COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 FÉVRIER 1862.

PRÉSIDENCE DE M. DUHAMEL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre d'État transmet une ampliation du Décret impérial qui confirme la nomination de *M. Blanchard* à la place vacante dans la Section d'Anatomie et de Zoologie, par suite du décès de *M. Geoffroy-Saint-Hilaire*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Blanchard** prend place parmi ses confrères.

GÉOLOGIE. — *De l'origine des roches calcaires qui n'appartiennent pas au sol primordial; par* M. L. **Cordier** (1).

(Note déposée sous pli cacheté le 28 octobre 1844 et ouverte conformément à la demande de Madame veuve *Cordier*, mentionnée au *Compte rendu* de la précédente séance.)

« Occupé depuis longtemps de la question encore si peu avancée qui a pour objet de déterminer l'origine des roches calcaires en général (2), et ayant, à ce que je crois, trouvé la solution de cette importante question en ce qui concerne celles de ces roches qui n'appartiennent pas aux terrains Primordiaux, j'ai pensé qu'avant de mettre la dernière main à mon travail, il était nécessaire que j'allasse visiter dans le Tyrol italien et le long du revers méridional des Alpes suisses les terrains dont l'étude a suggéré à M. de Buch une singulière opinion, partagée depuis par un certain nombre

(1) Paris, le 22 octobre 1844.

(2) On remarque en effet que M. Cordier avait déjà fait, à la séance du 12 octobre 1835, des réserves sur cette question, lorsqu'elle s'était trouvée indirectement soulevée par une communication de M. Arago. (*Voir* tome I des *Comptes rendus*, page 193.)

de géologues. C'est à savoir que dans les roches calcaires magnésifères de ces contrées la magnésie a été introduite après coup par une certaine action mystérieuse des roches pyroxéniques qui en sont plus ou moins voisines et que telle est même l'origine de la magnésie dans les roches de calcaire secondaire de tous les pays. Je viens de faire ce voyage et de me convaincre plus que jamais du peu de fondement de cette singulière hypothèse.

» Désireux de faire quelques expériences sur les calcaires considérés soit comme magnésiens, soit comme non magnésiens, que j'ai recueillis dans mon voyage, et me trouvant dans l'impossibilité de rédiger immédiatement mes observations relativement à la question générale, j'ai pensé que, dans l'intérêt de la science comme dans celui que je puis avoir à prendre date, il était nécessaire de déposer dans le présent écrit, que je remets cacheté à l'Académie, les principaux résultats auxquels je suis déjà arrivé.

» Dans l'exposé qui va suivre je donne la dénomination de *sédimentaires* ou *secondaires* à toutes les roches calcaires et à toutes les dolomies qui n'appartiennent pas aux terrains Primordiaux. Cette dénomination embrasse par conséquent les roches calcaires qui figurent dans cette pellicule (si je puis m'exprimer ainsi), dont beaucoup de géologues s'obstinent à exagérer l'importance en lui conservant le nom de terrains Tertiaires et à laquelle je donne celui de terrains de la période Paléothérienne. En outre, je laisse à dessein de côté ce qui a rapport à l'origine de ces calcaires sédimentaires, rares et tout à fait exceptionnels, qui contiennent des coquilles d'eau douce. Cela dit, je passe à l'exposé de mes résultats.

» 1° C'est à tort que l'on a séparé jusqu'à présent ce qui a trait à l'origine des dolomies sédimentaires, de ce qui concerne la formation des roches calcaires sédimentaires ordinaires. Il y a très-peu de ces dolomies qui ne soyent mécaniquement mêlées de simple carbonate de chaux en quantité plus ou moins notable et il y a excessivement peu de calcaire ordinaire qui ne contienne des parcelles disséminées de double carbonate de magnésie et de chaux; la quantité de ces parcelles est souvent de plusieurs centièmes. Dans les contrées où la dolomie sédimentaire abonde, il y a une foule de masses mixtes qui par leur existence établissent un passage théorique entre les calcaires sédimentaires ordinaires et les dolomies pures ou presque pures. Les considérations tirées des gisements confirment cette conséquence qu'il y a identité d'origine.

» 2° Les roches de calcaire sédimentaire ordinaire ne se sont pas formées, comme on le croit généralement, par l'accumulation des dépouilles plus ou moins triturées des mollusques testacés marins et des zoophytes. Ces détritus, considérés dans leur ensemble et d'une manière générale, ne constituent

qu'une portion extrêmement faible de la masse énorme des terrains calcaires. Mais en outre les couches qui en contiennent le plus sont endurcies par un ciment qui ne peut pas avoir la même origine, et les détritus sont eux-mêmes minéralisés par la pénétration, dans leur tissu poreux, de molécules de carbonate de chaux chimiquement déposées. Ce dépôt minéralisateur et le ciment consolidant contiennent souvent des parcelles de double carbonate. On rencontre d'ailleurs des dépôts chimiques siliceux dans les couches de ce genre comme dans celles infiniment plus nombreuses qui n'offrent que peu ou point d'indices de débris de corps marins.

» 3° Les sources minérales qui apportent du carbonate de chaux de l'intérieur de la terre envoient de bien faibles quantités de ce carbonate à l'Océan par les cours d'eau. Le produit de celles de ces sources qui sont sous-marines n'est lui-même en aucun rapport avec la masse des terrains calcaires. Ce double tribut ne contient pas d'ailleurs de carbonate de magnésie. Il est évident qu'une telle cause, quelque réelle qu'elle soit, est insuffisante pour expliquer le phénomène qui nous occupe.

» 4° Il en est de même des effets fort éloignés qui résultent de la décomposition superficielle d'un certain nombre de roches, tant primitives que produites par épanchement ou par éruptions volcaniques. Quelques-uns des minéraux qui entrent dans la constitution de ces roches contiennent un peu de chaux; un plus petit nombre renferme quelque peu de magnésie. Or, il est possible que dans certains cas quelques portions de ces deux terres mises à nu, n'ayent pas été employées sur place dans les combinaisons siliceuses hydratées ou non hydratées qui se forment ordinairement aux dépens des roches décomposées; qu'au lieu de cela elles aient été enlevées à l'état de carbonates par les eaux courantes et portées jusque dans l'Océan. En admettant cette hypothèse, on n'y trouverait encore qu'une cause pour ainsi dire imperceptible d'introduction de l'un et l'autre des carbonates dont il s'agit dans les eaux de la mer.

» 5° D'après les observations qui précèdent, on voit qu'il faut avoir recours à une explication plus générale et plus en rapport avec les données du problème. Or, voici cette explication : Les roches de calcaire et de dolomie sédimentaires, abstraction faite des débris de coquilles et de zoophytes plus ou moins rares, plus ou moins abondants, qu'elles peuvent renfermer, ont tous les caractères d'un dépôt chimique formé par la décomposition des chlorures de calcium et de magnésium dont l'Océan est un vaste réservoir.

» 6° Cette décomposition a eu lieu depuis l'origine des choses, par l'intermédiaire de carbonates, car les précipités successifs étaient saturés d'acide carbonique.

» 7° Ces carbonates précipitants ne peuvent avoir été qu'à base de soude et pour une portion excessivement faible à base de potasse, puisque les trois sels qui, avec ceux de chaux et de magnésie, sont contenus dans l'eau de la mer, n'ont pas d'autres bases que ces deux alcalis. Ceci posé, il reste à déterminer l'origine incessante des deux carbonates alcalins.

» 8° De tous les minéraux qui figurent dans la constitution de l'écorce de la terre, le feldspath est de beaucoup le plus abondant. C'est en même temps celui qui se décompose avec le plus de facilité. Si l'on en juge par la masse des couches argileuses qui existent dans le sol secondaire, une quantité très-notable de feldspath aurait été décomposée depuis la consolidation du sol primordial. Une certaine quantité de potasse et surtout de soude aurait été ainsi successivement mise à nu et aurait pu être entraînée à l'état de sous-carbonate dans l'Océan, où elle aurait incontestablement produit des précipités calcaires, et peut-être dans certains cas des précipités calcaréo-magnésiens. Mais quelque supposition que l'on veuille faire sur le volume de l'argile qui figure dans le sol secondaire, la quantité d'alcalis à laquelle on arrive par la formation de cette terre aux dépens du feldspath, est infiniment loin de correspondre à la masse des terrains calcaires et dolomitiques. C'est à des causes bien autrement puissantes qu'il faut avoir recours pour concevoir une suffisante intervention des deux alcalis, spécialement de la soude, qui a été presque le seul agent des précipités qu'il s'agit d'expliquer.

» 9° L'origine de cet alcali est facile à trouver dans les sources minérales tant continentales que sous-marines et dans les émanations qui précèdent, accompagnent ou suivent les éruptions volcaniques tant sur les continents qu'à partir du fond des mers : éruptions et sources dont le nombre et l'intensité étaient incontestablement beaucoup plus considérables autrefois qu'à présent et dont l'action continuelle a produit, depuis l'origine des choses, des quantités immenses d'alcali. Le plus simple calcul de ce que fournit dans le cours d'un siècle une source alcaline quelconque (celle de Vichy par exemple, ou l'une de celles qui alimentent les lacs et les terrains à natron communiquant avec la mer), — l'appréciation assez facile à faire maintenant du grand nombre de sources minérales qui existent à la surface de la terre — et l'évaluation suffisamment approximative à laquelle on peut arriver relativement à la quantité séculaire des éruptions volcaniques, — peuvent aisément faire concevoir la puissance des deux causes incessantes dont il s'agit.

» 10° Mais ces causes ne sont pas les seules; il en est une autre qui n'a agi que temporairement et à des époques plus ou moins éloignées les unes des autres, quoiqu'elle soit d'ailleurs du même genre que les précédentes et quoiqu'elle tienne aussi aux phénomènes qui n'ont cessé de se passer sous

l'écorce consolidée du globe depuis le commencement du refroidissement planétaire auquel cette écorce doit sa formation, ainsi que les accroissements intérieurs qu'elle reçoit incessamment. Je veux parler des émanations salines qui, à chaque époque de dislocation de l'écorce terrestre, se sont manifestées pendant un temps plus ou moins long et qui ont incontestablement accompagné la sortie de ces masses pierreuses fluides qui se sont épanchées, extravasées sur une foule de points où elles ont constitué par leur refroidissement des roches enclavées et sans délit, ayant presque toujours une étendue considérable. Ces émanations, que j'appellerai *plutoniques* ou mieux *cataclysmiques*, ont certainement joué un rôle très-important. Tout porte à croire en effet que les canaux qui amènent à la surface les eaux et les gaz des sources minérales actuelles, ne sont que le résidu des conduits infiniment plus nombreux et plus vastes qui se sont ouverts à chaque époque de dislocation et d'épanchement. Du reste il est aisé de concevoir comment les parties alcalines de celles de ces émanations plutoniques qui n'étaient pas sous-marines ont pu, comme les émanations volcaniques situées d'une manière analogue, arriver en grande partie à l'Océan par les pluies et par les eaux courantes qui ont existé à la surface des continents de chaque époque géologique.

» 11° De ces trois causes, dont les matériaux sont sortis du même réservoir (l'intérieur de la terre) et ont été produits de la même manière, c'est-à-dire par suite des consolidations souterraines, je suis porté à penser que ce sont les sources minérales qui ont eu le plus d'efficacité. En effet, le sol secondaire contient plusieurs espèces de dépôts chimiques qui, en général, n'ont pu se former que par l'action de sources minérales. Les principaux sont les silex et les gypses : les silex, qui doivent incontestablement leur origine à des dissolutions d'hydrate de silice ; les gypses, qui ont été précipités par la réaction exercée sur le chlorure de calcium de la mer, soit par des combinaisons sulfureuses, soit plutôt par du sulfate de magnésie.

» 12° Maintenant il est aisé de comprendre que l'action de l'alcali, soit carbonaté, soit quelquefois combiné à la silice, a dû s'exercer d'une manière variable suivant la température et la teneur de la dissolution alcaline, et en raison de la quantité qui affluait en un temps plus ou moins restreint sur un même point, comme aussi en raison tant des mouvements ou de l'inertie de l'eau de la mer que de sa température, suivant les profondeurs et les climats. De là les variations infinies que la composition des roches calcaires nous offre, depuis le carbonate de chaux sans mélange de double carbonate de chaux et de magnésie jusqu'aux dolomies, presque exemptes de simple carbonate calcaire.

» 13° Ce n'est pas seulement la théorie qui nous conduit à admettre que les roches de calcaire et de dolomie sédimentaire doivent presque entièrement leur formation à des précipités chimiques occasionnés par les trois espèces d'agents que je viens d'indiquer, agents qui, ainsi que je l'ai déjà dit, ont en définitive une origine commune. Il est avéré que, sur certaines côtes, les eaux de la mer concrètent actuellement du carbonate de chaux, et, d'après ce seul fait, on ne peut pas se refuser d'admettre qu'un effet semblable ne doive exister à la surface des plages sous-marines.

» 14° Si les explications que je viens de donner sont fondées, comme je le crois, non-seulement elles résolvent un grand problème géologique, mais encore elles conduisent à une notion importante et inattendue, qui est d'un tout autre ordre. On découvre, en effet, comment les zoophytes et les mollusques testacés marins se procurent le carbonate de chaux dont ils ont besoin pour exister. Ils le trouvent à l'état naissant, pour ainsi dire, dans les eaux de la mer, et ils le soutirent comme les plantes soutirent l'acide carbonique de l'air et de l'eau ordinaire. Jusqu'à présent on a pensé que les animaux marins décomposaient le chlorure de calcium; on l'a cru vaguement sans s'inquiéter ni de ce que devenait le chlore, ni d'où provenait l'acide carbonique; on n'a pas vu, par exemple, que, d'après cette hypothèse, que j'ose appeler grossière, la quantité de chlore qui, depuis l'origine des choses, aurait été ainsi mise en liberté serait bien considérable, et que cependant elle ne se trouve nulle part.

» 15° On peut tirer de mes explications une autre conséquence qui n'est pas moins importante. Si elles sont exactes, il en ressort, en effet, cette autre notion générale, à savoir, que la composition des eaux de l'Océan n'est plus la même qu'à l'origine des choses, et que la proportion relative des sels dissous continue de se modifier journellement, quoique avec plus de lenteur que dans les périodes géologiques déjà écoulées. Ainsi la quantité des sels terreux diminue, tandis que celle des sels alcalins, principalement du chlorure de sodium, va sans cesse en augmentant. Il est aisé de se convaincre que l'intensité de la modification qui a eu lieu jusqu'à présent est très-considérable; elle est facilement appréciable d'après l'énormité de la masse que composent les assises calcaires et dolomitiques qui figurent dans le sol secondaire. Il est en outre remarquable que ce changement si important dans la salure de l'Océan ait coïncidé avec les singuliers changements qui se sont successivement opérés dans le système des végétaux et des animaux marins. Il ne faut pas, sans doute, s'exagérer la portée d'une telle coïncidence; on peut croire du moins qu'elle a concouru à rendre possible ce grand et incontestable phénomène.

» Les questions que je viens de traiter sont bien nouvelles; je suis loin de les avoir épuisées. Je n'hésite point à faire des vœux pour que la chimie veuille s'en emparer, car j'ose espérer que ses travaux sanctionneraient les vues que j'ai exposées. »

HÉLIOGRAPHIE. — *Remarques faites à l'occasion de la présentation des Nouvelles recherches de* M. Niepce de Saint-Victor; *par* M. **Chevreul.**

« M. Chevreul, en communiquant dans la précédente séance le travail de M. Niepce de Saint-Victor à l'Académie, a cru devoir insister sur deux faits importants :

» *Le premier*, c'est que l'image produite par le soleil est *directe* et non pas inverse, comme le sont les images produites par les procédés ordinaires.

» *Le second* est que la lumière blanchit les parties qu'elle frappe par une action toute spéciale du vernis de dextrine tenant du chlorure de plomb, tandis que sans ce vernis elle violèterait le chlorure d'argent de la plaque daguérienne, résultat remarquable, puisque M. Niepce a observé que les noirs d'une gravure se reproduisent en noir sur les plaques préparées avec son vernis.

» Les couleurs du modèle ne se produisent pas dans le même temps : par exemple, le jaune apparaît avant le vert, et lorsque celui-ci se manifeste, le jaune est affaibli s'il n'est pas effacé.

» Ne suit-il pas de là qu'un moyen de reproduire fidèlement les couleurs du modèle consisterait à avoir des écrans découpés, pour couvrir les parties où se manifestent les couleurs qui apparaissent les premières, afin de donner aux couleurs qui apparaissent ensuite le temps de se manifester.

» Il serait bien désirable qu'un chimiste habile et exercé cherchât à reconnaître les actions moléculaires que les matières sensibles éprouvent dans la photographie ordinaire et dans l'héliochromie. »

ASTRONOMIE. — *Nébuleuse de Hind, dont l'ascension droite pour* 1862,0 *est* $4^h 13^m 54^s,6$, *et la déclinaison* $+ 19° 11' 37''$. — *Observations de* MM. Hind, d'Arrest, Chacornac, Goldschmidt. — *Note de* M. **Le Verrier.**

« M. Hind a signalé pour la première fois cette nébuleuse dans le n° 839 des *Astr. Nachrichten*. Il la trouva dans la nuit du 11 octobre 1852, tout à côté d'une étoile de 10e grandeur. La nébuleuse et l'étoile paraissent former un ensemble des plus intéressants; elles sont variables l'une et l'autre.

» M. d'Arrest les a observées plusieurs fois depuis le 3 novembre 1855 jusqu'au 12 janvier 1856. Ses observations sont consignées dans son travail : *Resultate aus Beobachtungen der Nebelflecken und Sternhaufen* (*Erste Reihe*). A

cette époque, la nébuleuse était bien visible; l'étoile était de 10e grandeur. Or récemment M. d'Arrest a annoncé que la nébuleuse avait entièrement disparu.

» M. Hind voulut bien (2 janvier 1862) attirer mon attention sur ce sujet qui, suivant John Herschel, constitue l'un des faits les plus étranges de toute l'astronomie. « Je soupçonnai en 1852, dit M. Hind, que l'étoile qui » touche le bord de la nébuleuse pourrait être variable; mais l'idée d'une » nébuleuse variable ne m'était pas venue. » Le temps ne nous favorisa pas plus que M. Hind jusqu'au dimanche 26, où le ciel devint assez beau par moments, mais sans être avantageux, puisque l'atmosphère se troublait souvent jusqu'à faire presque disparaître Aldébaran.

» L'étoile (a), au sud-ouest de laquelle est située la nébuleuse, se trouve à 5′ d'une étoile (b) placée également au sud-ouest et marquée de 10e grandeur dans la carte Chacornac n° 13.

» Dans notre lunette équatoriale de *douze pouces*, il me parut, ainsi qu'à M. Chacornac qui observait avec moi, que, l'étoile b étant toujours de 10e grandeur, l'étoile a n'était que de 12e. En ligne droite avec ces deux étoiles et près de b, nous en voyions en outre une autre c, beaucoup plus petite et tout au plus de 13e grandeur.

» L'état du ciel se trouvant en quelque sorte défini par ces remarques, je dois dire que nous n'avons pu, ni l'un ni l'autre, saisir aucune trace de la nébuleuse. Une recherche faite immédiatement après dans un télescope de M. Foucault n'a fourni également qu'un résultat négatif. Cet instrument, beaucoup plus puissant que la lunette de 12 pouces, donnait aux étoiles un bien plus grand éclat.

» La partie de la carte n° 13 où se trouve la nébuleuse ayant primitivement renfermé une erreur, M. Chacornac la reconstruisit à nouveau en 1858. Ayant eu l'idée de recourir à son brouillon primitif, établi au commencement de 1854, il a trouvé que l'étoile a y était accompagnée d'une nébulosité. Et, pour être exact, nous devons ajouter qu'au milieu de cette nébulosité se trouve figurée une très-petite étoile.

» Or, quand M. Chacornac a reconstruit cette partie de sa carte entre le 3 janvier et le 5 mars 1858, il n'a marqué aucune nébuleuse près de l'étoile a, ce qu'il n'aurait pas manqué de faire s'il y en avait eu une, puisqu'alors il disposait d'une lunette beaucoup plus puissante qu'en 1854. D'où il semble qu'on doit conclure que la nébuleuse a disparu entre le commencement de 1856 et le commencement de 1858.

» Quant à l'étoile, le dessin original de 1854 l'indiquerait de 11e grandeur, et le dessin original de 1858 de 12e.

» Les variabilités d'une étoile et d'une nébulosité qui se touchent dépendent-elles l'une de l'autre, ou bien sont-elles dues à une même cause étrangère à leur système? On serait assez porté à croire que les deux phénomènes sont connexes; mais avant de discuter sur ce sujet, il faut bien établir les faits. Quelques-unes des remarques qui précèdent pourront y contribuer.

» M. Hind, de son côté, a le même jour, 26 janvier, constaté la disparition de la nébuleuse, la réduction de l'étoile à la 12e grandeur et, par conséquent, la variabilité de l'étoile.

» M. Goldschmidt a étudié cette partie du ciel en 1859, à l'aide de sa carte manuscrite et de celle de M. Hind. « En 1859, dit-il, je trouve une » étoile inscrite sous la date 22 novembre 1859, près de l'étoile variable en » question. Vers cette époque je n'ai pu voir la variable; car ayant relié » toutes les étoiles avec des traits, la variable exceptée, cela me prouve » qu'elle n'était pas visible non plus que la nébuleuse, à moins que celle-ci » n'eût été trop faible pour être visible dans une bonne lunette de 4 pouces. »

» A partir du 26 janvier, la Lune et le mauvais temps se sont opposés à toute nouvelle étude jusqu'au 14 février, où M. Chacornac a pu faire les très-curieuses observations suivantes :

« Le 14 février, l'étoile (*a*) a visiblement diminué par rapport à toutes » les étoiles environnantes. Malgré l'état de la Lune, l'étoile (*c*) se voit » très-bien; elle est de beaucoup supérieure à l'étoile (*a*).

» Le 15 février, à 6^h 20^m, un peu avant le lever de la Lune, l'étoile (*a*) » est toujours inférieure à (*c*) et offre un aspect particulier qui lui donne » un éclat terne, nébuleux. Le fond du ciel est assez noir; pas de trace cer» taine de la nébulosité.

» Le 18 février, à 7^h 30^m, l'étoile (*a*) a repris plus d'éclat; elle surpasse de » beaucoup l'etoile (*c*); elle paraît de même grandeur qu'une étoile placée » près d'un système double, non loin de là. Elle a un aspect terne, nébu» leux, qui n'est pas de même nature que celui des étoiles environnantes. » L'atmosphère est d'une grande transparence; le fond du ciel est très-noir.

» A minuit, le ciel est assez éclairé par la Lune pour que l'étoile (*c*) soit » tout à fait invisible avec la lunette de 25 centimètres d'ouverture. L'étoile » (*a*) continue cependant à être nettement visible avec cette lunette. »

PHYSIQUE TERRESTRE. — *Mémoire sur la température moyenne d'un lieu; par* M. **Becquerel**. (Extrait.)

« La température moyenne d'un lieu est l'élément climatérique à l'aide duquel on trace sur une carte géographique les lignes isothermes qui

servent à donner une idée de la distribution de la chaleur sur le globe, élément qui est destiné aussi à reconnaître dans les siècles futurs si tel ou tel climat a éprouvé des changements. Il est donc important de la déterminer avec le plus d'exactitude possible; mais y parvient-on en observant la température avec un thermomètre placé au nord, à $1^{m},33$ au-dessus du sol et abrité du rayonnement solaire et de la pluie, puis prenant la moyenne du plus grand nombre de moyennes annuelles? Je ne le pense pas.

» Cette question, qui intéresse vivement la physique terrestre, a été l'objet d'une discussion dans le sein de l'Académie, il y a quelques années; des opinions diverses ont été mises en avant; il serait vivement à désirer que ceux de nos confrères qui s'en sont occupés voulussent bien publier leurs observations, afin d'arriver à la solution. En attendant, j'apporte ici le résultat de dix mille observations faites depuis deux ans dans cette direction.

» La méthode des moyennes, employée pour avoir la température d'un lieu, élimine bien les effets des causes accidentelles qui agissent tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, mais nullement les effets de causes perturbatrices variant régulièrement suivant l'état du ciel, et suivant que le sol est dénudé ou couvert de végétaux.

» On sait depuis longtemps qu'en s'élevant au-dessus du sol, la température de l'air diminue suivant une loi qui varie avec la latitude et diverses circonstances locales. On admet en moyenne un abaissement de 1° par 180 mètres.

» Cette diminution ne se manifeste toutefois qu'à une certaine hauteur; car, lorsque le ciel est clair, pendant la nuit et même quelquefois dans le jour, on observe un accroissement de température jusqu'à une certaine hauteur, lequel est dû au refroidissement du sol sous l'influence du rayonnement céleste. Ce refroidissement réagit sur la température de l'air ambiant d'autant plus qu'il est plus près du sol; l'effet est donc le même que si la température croissait avec la hauteur.

» Cet accroissement est signalé depuis plus de soixante ans par des observateurs habiles sans que les météorologistes l'aient pris en considération dans les observations relatives à la température moyenne de l'air à très-peu de distance au-dessus du sol. Nous citerons particulièrement Pictet à Genève, en 1778; Six à Cantorbéry, en 1786; Wells, en Angleterre; M. Marcet à Genève, en 1837; MM. Bravais et Lottin en 1837 et 1838, à Bossekop; M. Plantamour en 1838, à Genève; M. Martins enfin, qui a publié récem-

ment un intéressant travail sur ce sujet. Je l'ai moi-même étudié depuis 1859 à l'aide du thermomètre électrique, qui ne laisse rien à désirer sous le rapport de la sensibilité et de l'exactitude, quand on s'est mis à l'abri de toutes les causes d'erreur, faciles à éviter lorsqu'on connaît les phénomènes thermo-électriques.

» Les observations faites jusqu'ici conduisent aux conséquences suivantes.

» A Genève, en 1778, depuis le coucher du soleil, la température était plus élevée à 25 mètres de terre qu'à $1^m,66$; à 11 heures du soir et à l'aurore, la différence était la même que pendant la nuit; après le lever du soleil, les indications se rapprochaient, et deux heures après elles étaient les mêmes. Au milieu la journée, les différences étaient en sens inverse.

» A Cantorbéry, de juillet 1784 à juillet 1785, deux thermomètres furent placés, l'un à $2^m,70$ du sol et l'autre sur la tour de la cathédrale, à 60 mètres; pendant les nuits brumeuses le premier marquait 1° plus haut que le second. Dans les nuits sereines le contraire avait lieu : la différence était de 3°. Wells, en 1814, observa souvent des différences de 5 à 6° entre les indications d'un thermomètre dont le réservoir était en contact avec de l'herbe et celles d'un autre thermomètre placé à un mètre ou deux au-dessus du sol.

» M. Marcet, ayant échelonné des thermomètres de 10 mètres en 10 mètres le long d'un mât de 38 mètres de hauteur planté dans un pré, constata les faits suivants :

» 1° L'accroissement de température avec la hauteur est d'autant plus considérable que le temps est plus clair et plus calme et que l'air contient moins de vapeur; dans la belle saison, il est de 2 à 3°, et rarement il dépasse ces nombres.

» 2° Il y a toujours un accroissement de température quel que soit le temps, quoique très-faible à la vérité, sauf le cas où le vent est violent.

» Quand le temps est couvert, il arrive quelquefois que la température des différentes couches de l'atmosphère est la même quelques heures après le coucher du soleil.

» 3° Lorsque le temps est clair et serein, l'accroissement commence à se faire sentir une demi-heure ou une heure avant le coucher du soleil; si le temps est couvert, il ne devient sensible qu'au coucher du soleil; par un temps serein, le maximum d'accroissement a lieu à l'époque du coucher du soleil; la limite de l'accroissement dépasse 36 mètres; ordinairement elle est comprise entre 30 et 35 mètres.

» 4° En hiver, l'accroissement est beaucoup plus considérable que dans les autres saisons; il arrive quelquefois que lorsque la terre est couverte de neige, la différence est de 8° pour une hauteur de 17 mètres; quand il n'y a pas de neige, la différence est moindre, mais plus forte que celle trouvée en été et en automne; en hiver, le ciel étant couvert, l'accroissement est très-faible, même quand il y a de la neige.

» A Bossekop, dans trente-six expériences faites du 25 octobre 1838 au 22 mai 1839, MM. Bravais et Lottin ont trouvé que jusqu'à 50 mètres l'accroissement maximum était de 0°,12 par mètre, comme Pictet l'avait trouvé à Genève quand le ciel était clair.

» M. Quetelet, de 1838 à 1842, a fait aussi des observations dans le but de connaître la différence entre les températures moyennes de l'air au nord à la surface du sol et à 3^{m},30 au-dessus : il a trouvé en premier lieu 8°,14, en second lieu 9°,78; différence, 1°,64.

» Les maxima moyens absolus ont été

A la station inférieure..........	14°,63
A la station supérieure..........	18,97

» Les minima moyens absolus ont donné

A la station inférieure..........	+ 3°,30
A la station supérieure..........	— 0,24

» Les minima moyens absolus font donc exception à la règle générale. M. Quetelet attribue cette différence aux mois de gelée, dont les minima à 9 heures du matin, instant où la température est à peu près la moyenne du jour, sont beaucoup plus prononcés dans l'air qu'à la surface. Cette différence tient à des causes locales.

» M. Plantamour, en 1847, a tiré les conséquences suivantes d'observations simultanées faites à 1^{m},37 et à 17 mètres au-dessus du sol, à 9 heures du matin, midi, 3, 6, 8 et 9 heures du soir. En été, par un temps clair, la température est notablement plus élevée le soir à la station supérieure que dans le voisinage du sol; par un temps couvert, la différence est moindre. En prenant la moyenne de la journée, quel que soit l'état du ciel, il a trouvé que le soir, en été et en automne, la différence est de 0°,5; à midi, elle est de 0°,25, mais en sens contraire pour le mois de juillet; pour les autres mois, elle est plus faible. La plus grande différence négative a été de 1°,2, et la plus grande positive, à 8 heures du soir, 2°,3.

» Sous le ciel de Montpellier, M. Martins a constaté les faits suivants : pendant les nuits sereines, la limite de l'accroissement de température est supérieure à 50 mètres; l'accroissement en tout temps est en moyenne de 0°,077 par mètre entre 0^{m},05 et 50 mètres; par un ciel couvert, l'accroissement nocturne est en moyenne 0°,021 par mètre; avec un ciel serein, il est de 0°,11 comme à Genève, valeur qui est le maximum de Bossekop. Au sommet d'une colline ou au haut d'une tour de même hauteur, les résultats sont les mêmes. M. Martins a constaté en outre que pour une différence de 30 mètres en altitude on trouve une différence de 1°,02 entre les températures moyennes des deux stations, différence qui correspond à une autre de 2°,40 en latitude.

» La discussion des observations recueillies au Muséum d'Histoire naturelle pendant l'année 1861 avec le thermomètre ordinaire, placé au nord, à 1^{m},33 au-dessus du sol, et avec deux thermomètres électriques établis à 16 mètres à l'air libre et à 21 mètres au sommet d'un marronnier, a conduit à des résultats qui s'accordent avec les précédents en moyenne, mais qui en diffèrent à certains égards; en effet, la température moyenne annuelle, au nord, à 1^{m},33, a été de 11°,72, et celles aux stations supérieures, de 12°,54 et de 12°,95 : différences, 0°,82 et 1°,19; d'où l'on déduit un accroissement moyen annuel de 0°,056 par mètre.

» Le thermomètre électrique placé à 21 mètres, étant en contact avec le sommet d'un marronnier, participe nécessairement aux variations de température de l'arbre, qui possède un grand pouvoir émissif et absorbant, surtout lorsqu'il est couvert de feuilles. Cette condition ne change pas toutefois sensiblement la loi de l'accroissement moyen de la température de l'air depuis 1^{m},33 jusqu'à 21 mètres, puisqu'elle est la même que celle trouvée jusqu'à 16 mètres.

» Si les moyennes mensuelles et annuelles déduites de mes observations s'accordent à peu près avec celles que M. Martins a obtenues avec les thermomètres à maxima et à minima placés à diverses hauteurs au-dessus du sol, ou du moins sont du même ordre de grandeur, il n'en est pas de même des observations faites dans le cours de la journée, comparées aux miennes : en effet, M. Martins a trouvé, avec tous les observateurs qui l'ont précédé, qu'en général un peu avant le coucher du soleil la température de l'air commence à croître avec la hauteur, et continue jusqu'à 35 à 50 mètres pendant toute la nuit, et qu'au milieu du jour il se produit un effet inverse. Mes observations confirment le premier fait et non le second.

Pour expliquer ce désaccord, je présenterai d'abord le résumé de mes observations sur la température de l'air à diverses hauteurs, faites en 1861.

TABLEAU I. — *Températures moyennes aux trois stations pendant* 1861.

N, désigne la température moyenne à 1^m, 33; *m*, le temps moyen au midi à 1^m, 33; A, température moyenne à 16 mètres; M, température moyenne à 21 mètres.

N	A	M	A—N	M—N	M—A
11°,72	12°,54	12°,95	0°,82	1°,19	0°,41

TABLEAU II. — *Différences entre les températures mensuelles aux trois stations pendant les jours de soleil et les jours couverts des trois mois d'été et des trois mois d'automne.*

9 HEURES DU MATIN.						3 HEURES DU SOIR.					
A — N		M — N		M — A		A — N		M — N		M — A	
Jours de soleil.	Jours couverts.	Jours de soleil.	Jours couverts.	Jours de soleil.	Jours couverts.	Jours de soleil.	Jours couverts.	Jours de soleil.	Jours couverts.	Jours de soleil.	Jours couverts.
2°,6	1°,46	3°,49	1°,70	0°,99	0°,24	2°,08	0°,92	3°,34	1°,22	1°,19	0°,53

TABLEAU III. — *Différences entre les températures par saison.*

	9 HEURES DU MATIN.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.		
	A — N	M — N	M — A	A — N	M — N	M — A	A — N	M — N	M — A
Hiver.....	0°,40	0°,40	0°,00	0°,36	0°,85	0°,49	0°,04	0°,28	0°,24
Printemps..	0,97	1,26	0,29	0,84	1,64	0,80	0,26	0,48	0,22
Été.......	2,35	2,84	0,49	1,60	2,42	0,82	0,32	0,36	0,04
Automne...	1,16	1,40	0,24	1,21	1,86	0,65	0,74	0,94	0,20
Moyenne.	1,22	1,47	0,25	1,00	1,69	0,69	0,34	0,51	0,17

TABLEAU IV. — *Moyennes des jours où les températures ont été égales chaque mois.*

A 9 heures du matin .... 7 jours.
A 3 heures du soir.............. 4,2 jours.
A 9 heures du soir .... 14 jours.

TABLEAU V. — *Températures à 6 heures du matin.*

MOIS.	N	m	A	M
Avril 1861, du 11 au 30	5°,76	5°,88	5°,87	5°,87
Mai	10,20	10,45	10,17	10,24
Juin	15,80	16,01	15,79	15,87
Juillet	15,20	15,40	15,30	15,50
Août	15,33	15,60	16,00	16,00
Septembre	11,25	11,51	11,74	11,43
Octobre	9,15	9,35	9,16	9,23
Novembre	4,37	4,47	4,55	4,55
Décembre	1,80	1,86	1,98	2,03
Moyenne...	9,87	10,06	10,05	10,08
Été... { Juin, Juillet, Août }	15,44	15,67	15,69	15,79
Hiver. { Novembre, Décembre, Janvier }	1,60	1,60	1,51	1,52

Tableau VI. — *Températures moyennes pendant les jours de gelée durant l'hiver de 1861 à 1862.*

MOIS.	9 HEURES DU MATIN.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.		
	A	M	N	A	M	N	A	M	N
Nov. 1861. .	—1°,07	—1°,07	—2°,10	+3°,53	+3°,60	+1°,73	—1°,43	—1°,43	—1°,80
Décembre. . .	—2,38	—2,31	—2,53	+2,11	+2,40	+1,34	—1,46	—1,44	—1,69
Janvier 1862.	—4,30	—4,30	—4,80	—0,92	—0,95	—1,16	—3,14	—3,15	—3,23
Moyenne. . .	—2,58	—2,56	—3,14	+1,58	+1,68	+0,64	—2,01	—2,01	—2,24

» On déduit des résultats consignés dans ces tableaux les résultats suivants :

» Le Ier tableau contient les températures moyennes aux stations N, A, M, à 1m,33, 16 et 21 mètres au-dessus du sol.

» Les résultats du IIe tableau montrent que pendant les jours de soleil les différences A — N, M — N, M — A ont été à peu près doubles de ce qu'elles étaient dans les jours couverts.

» Le IIIe tableau montre qu'à 9 heures du matin A — N augmente jusqu'à l'automne; qu'à 3 heures A — N augmente jusqu'à l'été, puis diminue; qu'à 9 heures du soir A — N va en augmentant pendant les quatre saisons.

» Dans le IVe tableau, on voit qu'en moyenne, à 9 heures du matin, par mois il y a eu 7 jours où A = M; à 3 heures du soir, 4,2 jours; à 9 heures du soir, 14 jours.

» 3 heures du soir, qui est le moment de la plus forte chaleur, est précisément aussi celui où il y a le plus de jours où A diffère de M; à 9 heures du soir il y a presque autant de jours où A égale M qu'il y en a où A diffère de M.

» Les résultats consignés dans le tableau V révèlent un fait important : du 11 avril 1861 au 1er janvier 1862 à 6 heures du matin, la température moyenne est sensiblement la même à 1m,33 au nord et au midi, à 16 mètres et à 21 mètres

au-dessus du sol, *m*, A et M ne diffèrent que de 0°,01 à 0°,02, et N de ces dernières de 0°,19. Si l'on prend les températures moyennes à ces quatre stations pendant l'été, où le soleil est au dessus de l'horizon longtemps avant 6 heures du matin et pendant l'hiver où le soleil se lève longtemps après 6 heures, on trouve qu'en été les différences ne vont pas au delà de 0°,1 à 0°,2 et en hiver à 0°,08, à 0°,09. Il est difficile d'expliquer ce fait, qui dépend du rayonnement terrestre : il a de l'analogie avec celui signalé en 1778 par Pictet. Suivant lui, après le lever du soleil, à $1^m,66$ et à 25 mètres les indications se rapprochaient, et deux heures après elles étaient les mêmes. Quoi qu'il en soit, 6 heures du matin est une heure critique dont on tirera peut-être parti un jour pour avoir la véritable température de l'air.

» Dans le VIe tableau, on voit que pendant les journées de gelée, en moyenne les températures A et M étaient égales à 9 heures du matin, 3 heures et 9 heures du soir; la température N de 9 heures du matin et 3 heures est plus basse que celles de A et M de 0°,5 et de 1°.

» Des observations n'ayant pas été faites entre 9 heures du soir et 6 heures du matin, le lendemain, on ne peut connaître la marche des différences pendant la nuit; mais comme à 9 heures du soir le nombre de jours où A égale M est beaucoup plus grand que dans le cours de la journée; d'un autre côté, comme N pendant la nuit est toujours inférieure à A et M et que ce n'est qu'à 6 heures du matin où A, M et N sont égales, on retrouve là la période nocturne indiquée par Pictet et les autres observateurs, puisque pendant la nuit N est inférieure à A et à M, et qu'à 6 heures du matin il y a égalité. Quant à la période de jour que j'ai trouvée et qui est inverse de celle observée par Pictet, quelle en est la cause? Elle réside dans le mode d'action des instruments et dans leur emplacement. Tous les observateurs ont employé des thermomètres ordinaires ou des thermomètres à maxima et à minima, dont les réservoirs n'étaient pas revêtus d'enveloppes métalliques, à surface polie : il en est résulté des erreurs provenant des pouvoirs émissifs et absorbants du verre, quand ils étaient exposés au rayonnement nocturne et au rayonnement solaire ; de là des températures plus basses ou plus élevées que celle de l'air ambiant : cet inconvénient n'a pas lieu avec les thermomètres électriques.

» Les instruments dont je fais usage se composent : 1° d'un thermomètre ordinaire placé à $1^m,33$ au-dessus du sol au nord en avant d'une croisée, et présentant par conséquent les mêmes inconvénients que les précédents; 2° de deux thermomètres électriques fixés aux deux stations

supérieures et dont les soudures extérieures sont recouvertes chacune d'un triple réflecteur en fer-blanc, destiné à empêcher ces soudures d'être échauffées ou refroidies directement par le rayonnement solaire ou le rayonnement nocturne, afin qu'elles prennent exactement la température de l'air, dégagée de tout effet de rayonnement.

» Le thermomètre en verre placé au nord et abrité n'est pas dans les mêmes conditions que les deux thermomètres électriques; dans le jour il s'échauffe moins et dans la nuit il se refroidit plus, puisqu'il n'est pas pourvu d'un réflecteur; les indications doivent donc être moindres pendant le jour et la nuit. Cette non-uniformité dans le mode d'action des instruments rend plus difficile la comparaison entre les observations.

» Les trois exemples suivants feront connaître les effets produits, selon que le ciel est couvert, alternativement clair et couvert, et complétement clair.

Jours couverts.

	A	M	N	État du ciel.
2 mai, 6 heures du matin....	8°,8	8°,9	8°,9	Couvert.
9 heures du matin.....	14,5	14,8	13,8	Couvert.
3 heures du soir......	15,7	16,3	15,6	Couvert.
9 heures du soir......	8,5	8,7	8,8	Couvert.
Moyenne.	11,86	12,14	11,80	

Jours alternativement clairs et couverts.

	A	M	N	État du ciel.
18 mai, 6 heures du matin....	6°,9	6°,8	6°,8	Clair.
9 heures du matin....	10,9	11,0	10,8	Nuageux.
3 heures du soir......	13,6	13,6	12,2	Soleil.
9 heures du soir......	9,2	9,3	8,8	Clair.
19 mai, 6 heures du matin....	5,4	5,4	5,4	Clair.
Moyenne.	9,20	9,20	9,0	

Jours clairs.

	A	M	N	
26 mai, 6 heures du matin....	15°,2	15°,7	15°,0	
9 heures du matin....	25,2	25,7	18,4	Soleil.
3 heures du soir......	26,6	28,8	25,8	Soleil.
9 heures du soir......	20,7	21,3	18,6	Clair.
27 mai, 6 heures du matin....	14,5	14,5	14,8	Clair.
Moyenne.	20,4	21,12	18,50	

» De ces trois séries d'observations on tire les conséquences suivantes :

» 1° A 6 heures du matin chaque jour, les températures sont sensiblement les mêmes aux trois stations : fait déjà annoncé précédemment.

» 2° Les observations faites pendant un ciel couvert présentent peu de différence.

» 3° Dans la deuxième série, à 3 heures du soir, sous l'influence du rayonnement solaire, et à 9 heures du soir les différences ont été assez marquées, 1°,2 et 0°,6.

» 4° Ces différences ont été très-grandes dans les observations de la troisième série, sous l'influence du rayonnement solaire dans le jour et du rayonnement nocturne à 9 heures du soir.

» Le grand échauffement de M est dû probablement à l'échauffement des feuilles du marronnier sous l'influence du rayonnement solaire; on voit par là que l'inversion dans le jour tient uniquement aux instruments et au rayonnement des objets voisins.

» Il paraît démontré d'après tout ce qui précède que la moyenne d'un lieu telle qu'on la détermine aujourd'hui représente seulement celle de l'espace très-circonscrit où se trouve l'instrument, laquelle est influencée par le rayonnement du sol qui dépend de son pouvoir rayonnant et absorbant et de diverses circonstances locales. Howard avait déjà observé il y a une soixantaine d'années que la température moyenne de Londres était plus élevée que celle en rase campagne de 0°,5. S'il eût placé son thermomètre sur d'autres points plus ou moins élevés, il aurait trouvé des différences plus ou moins considérables. Je rapporterai encore plusieurs exemples remarquables de l'influence du sol pour modifier la température diurne à peu de hauteur au-dessus, dans les forêts de l'Orénoque, où la végétation a une grande puissance.

» M. de Humboldt a vu d'immenses îlots de roche granitique nue, s'élevant à peine de 1 et 2 décimètres au-dessus de la plaine et dont la température, pendant les longues nuits tropicales, était de 36°. L'air ambiant étant à 25°,8, il en résultait donc un courant d'air chaud ascendant pendant l'absence du soleil, qui devait encore échauffer l'air à une certaine hauteur.

» MM. de Humboldt et de Bonpland, couchés sur l'herbe pendant de belles nuits des tropiques dans les plaines de Vénézuela et du bas Orénoque, éprouvaient une fraîcheur humide là où les couches de l'air plus élevées de 1 à 2 mètres avaient une température de 26 à 27°. Dans les régions équatoriales et tropicales, où le rayonnement nocturne agit avec tant de force en raison d'un ciel serein, l'accroissement de température, en s'élevant au-dessus du sol, se manifeste donc comme dans les hautes lati-

tudes; aussi n'aperçoit-on dans la zone équatoriale aucun changement dans la végétation depuis le niveau de la mer jusqu'à la hauteur de 600 mètres. D'un autre côté, on sait depuis longtemps que certaines cultures n'ont pas lieu dans des dépressions de terrain et réussissent sur des collines; des végétaux sont atteints par la gelée dans des fonds et ne le sont pas sur des hauteurs peu élevées. M. Martins rapporte à ce sujet un fait remarquable : dans le jardin botanique de Montpellier, des lauriers, des figuiers, des oliviers périssent presque tous dans les parties basses, tandis qu'ils sont épargnés quelques mètres plus haut dans des conditions d'abri toutes semblables.

» Dans les régions tempérées, en mer, la différence entre le maximum et le minimum du jour dépassant rarement 2 à 3°, tandis que sur terre elle va quelquefois jusqu'à 13 ou 15°, il est probable que l'accroissement de température signalé plus haut ne doit pas être bien sensible, s'il existe; il doit en être de même sur la côte.

» Le thermomètre employé utilement à trouver la température de l'air, convient parfaitement à la détermination de la température à diverses profondeurs au-dessous du sol, attendu que l'on est dispensé de faire des corrections longues et difficiles qu'exigent les thermomètres ordinaires à longues tiges dont toutes les parties n'ont pas la même température; ce mode d'observation est presque entièrement rejeté aujourd'hui, en raison même de ces corrections et de la difficulté de construire des thermomètres de plusieurs mètres de longueur.

» Voici les résultats obtenus en novembre et décembre 1861 et janvier 1862, à $1^m,26$ et 3 mètres au-dessous du sol, et comparés à des températures observées au-dessus du sol.

MOIS.	N TEMPÉRATURE moyenne de l'air au nord à $1^m,27$ au-dessus du sol.	A TEMPÉRATURE moyenne de l'air à 16 mètres au-dessus du sol.	M TEMPÉRATURE moyenne de l'air à 21 mètres au-dessus du sol.	TEMPÉRATURE à $1^m,26$ au-dessous du sol.	TEMPÉRATURE à 3 mètres au-dessous du sol.
Novembre....	6°,49	7°,41	7°,63	12,80	13,31
Décembre....	3,74	4,22	4,43	10,70	12,80
Janvier......	3,22	3,44	3,55	8,34	11,73
Moyenne.....	4,48	5,02	5,20	10,60	12,61

» M. Quetelet avait obtenu à Bruxelles pour les moyennes des températures de 1838 à 1842, à $3^m,9$ au-dessous du sol pendant les mois de janvier, novembre et décembre, 13°,68, 12°,76 et 11°,70, nombres sensiblement les mêmes que ceux consignés dans la dernière colonne pour une profondeur de 3° à Paris.

» Le décroissement de température a eu lieu de dixième de degré en dixième de degré, en suivant une marche assez régulière. La plupart du temps, surtout pour la profondeur de 3 mètres, la température restait stationnaire pendant trois, quatre et cinq jours; de sorte que si l'on eût donné assez de sensibilité à l'instrument, on aurait pu apprécier des changements de température de quelques centièmes de degré.

» La discussion des observations montre que dans le mois de novembre la variation diurne a été en moyenne par jour à $1^m,26$ de 0°,1 et de 0°,026 à 3 mètres; dans le mois de décembre de 0°,042 et 0,02; dans le mois de janvier de 0,06 et 0,04, c'est-à-dire dans les rapports de 1 : 0,26; 1 : 0,48; 1 : 0,66; formant une progression décroissante. On tire de là les conséquences suivantes : Dans le mois de novembre, la terre, à la profondeur de $1^m,26$ et 3 mètres, a mis un jour, et 4 jours pour se refroidir de 0°,1 ; dans le mois de décembre, $2^j,4$ et 5 jours; dans le mois de janvier, $1^j,6$ et $2^j,5$; la vitesse de refroidissement tendait à se rapprocher.

» En résumé, la méthode employée jusqu'ici pour trouver la moyenne d'un lieu a besoin d'être modifiée pour en avoir une valeur exacte, si l'on veut surtout la faire servir à reconnaître dans les siècles futurs les modifications que le climat de ce lieu a éprouvées en vertu de causes célestes ou terrestres.

» Les observations de température recueillies sur différents points du globe ne sont pas rigoureusement comparables entre elles, attendu qu'elles n'ont pas été faites dans les mêmes conditions de sol et d'altitude, le tracé des lignes thermiques n'a donc pas le degré d'exactitude désirable, à moins toutefois que l'on ne se contente d'une approximation de 1 à 2°, pour la température des points qui servent à les former, ce qui correspond à des différences en latitude de 2 à 3°, différences qui ne sont pas à négliger.

» Où doit-on donc placer le thermomètre pour en avoir la véritable température de l'air? A une hauteur où cette température n'est point influencée par le rayonnement terrestre; mais cette hauteur est variable suivant que le sol est dénudé, couvert de végétaux, sec ou humide. Il est donc bien difficile d'établir une règle fixe à cet égard. »

PHYSIOLOGIE. — *Détermination du nœud vital ou point premier moteur du mécanisme respiratoire dans les vertébrés à sang froid*; par M. FLOURENS.

« A force de tâtonnements, d'essais, d'expériences constamment suivies, je suis parvenu à marquer, dans les vertébrés à sang chaud, le point précis où doit être coupée transversalement la moelle allongée pour l'extinction subite de tous les mouvements respiratoires.

» C'est ce point précis qu'il s'agit maintenant de marquer dans les vertébrés à sang froid.

» Dans les animaux à sang chaud, si je coupe transversalement la moelle allongée, en faisant passer la section juste au centre du *V de substance grise*, tous les mouvements respiratoires de l'animal sont abolis sur-le-champ et simultanément.

» De plus, l'animal meurt immédiatement, parce qu'immédiatement il cesse de respirer : il perd, en même temps et soudainement, la respiration et la vie.

» Les choses ne se passent pas tout à fait ainsi dans les vertébrés à sang froid.

» Je commence par les *Batraciens*.

» Tout le monde sait, par les expériences de Spallanzani, de Le Gallois, surtout de William Edwards, que les Batraciens ont deux respirations, une respiration pulmonaire et une respiration cutanée, qu'ils respirent par les poumons et par la peau.

» Je puis donc couper transversalement sur un *Batracien*, sur une *grenouille*, la moelle allongée au point premier moteur du mécanisme respiratoire, au *point vital*, sans que l'animal meure. L'animal, qui ne respire plus par son mécanisme respiratoire, par ses narines, par sa gorge, par ses poumons, respire par sa respiration cutanée, par sa peau, c'est-à-dire par l'action de l'eau aérée sur sa peau, et il vit.

» Il vit; mais, et ceci est le point fondamental de l'expérience, est toute l'expérience, quelque temps qu'il survive, le jeu du mécanisme respiratoire, aboli dès l'instant même de la section, ne reparaît plus.

» Les signes extérieurs du mécanisme respiratoire, dans la grenouille, sont le mouvement des narines, celui de la gorge et celui de l'abdomen.

» L'inspiration ne se fait que par les mouvements de la gorge; le thorax est immobile, les côtes manquent. De plus, cette inspiration se fait en deux temps : dans un premier temps, la gorge se dilate et reçoit l'air par les na-

rines; dans un second temps, les narines se ferment par leurs muscles propres, et la gorge, en se contractant, pousse l'air dans les poumons.

» L'expiration se fait par la contraction des muscles de l'abdomen.

» Si l'on examine une grenouille qui respire, on voit alternativement ses narines s'ouvrir et se fermer, sa gorge se dilater et se contracter, ses flancs se gonfler et se resserrer.

» Or, que dans ce moment-là, où tout se meut, tout s'agite, tout est en jeu, la moelle allongée soit coupée transversalement au point que je nomme le *point vital*, et, sur-le-champ, tous ces mouvements des narines, de la gorge, des flancs, seront abolis.

» Bien plus, aucun d'eux ne reparaîtra plus. C'est une chose admirable de voir des grenouilles, à moelle allongée coupée transversalement au *point vital*, survivre pendant plusieurs mois, sans que jamais aucun mouvement respiratoire ne reparaisse. J'ai, en ce moment, deux grenouilles à moelle allongée coupée transversalement au *point vital*, l'une depuis le 23 décembre, l'autre depuis le 18 janvier, et depuis l'instant même de la section aucun mouvement respiratoire n'a reparu.

» Quel est donc le lieu précis où réside le *nœud vital* dans les vertébrés à sang froid? Ou plutôt, quelle est la marque extérieure de ce point précis? Dans les vertébrés à sang chaud, c'est le *V de substance grise;* dans la grenouille, c'est l'espèce de pont que forme, sur le plancher du quatrième ventricule, le cervelet, d'ailleurs très-petit, de ces animaux.

» Si, sur une grenouille, on coupe transversalement la moelle allongée, en faisant passer la section juste derrière le cervelet, on abolit immédiatement, et sans retour, tous les mouvements respiratoires.

» La même chose a lieu dans les *salamandres.* Les salamandres ont une respiration cutanée, comme les grenouilles, et, de plus, un mécanisme respiratoire tout à fait semblable : un thorax immobile, une respiration qui ne se fait que par les mouvements de la gorge.

» Si, sur une salamandre, la moelle allongée est coupée transversalement, en faisant passer la section juste derrière le cervelet, tout mouvement respiratoire des narines, de la gorge, des flancs, est aussitôt aboli et ne reparaît plus, quelque temps que l'animal survive à l'expérience.

» Je passe aux *Poissons.*

» Les poissons ont aussi un *nœud vital*, c'est-à-dire un point de la moelle allongée où la section transversale de cette moelle abolit, sur-le-champ, tous les mouvements respiratoires.

» Le mécanisme respiratoire des poissons se compose, comme chacun

sait, du mouvement des mâchoires, de celui des opercules, de celui des rayons branchiostéges, de celui des arcs branchiaux, et enfin de celui des branchies, but final de tous les autres.

» Si, sur un poisson, sur une carpe par exemple, la moelle allongée est coupée transversalement, en faisant passer la section juste derrière le cervelet, tous ces mouvements, si nombreux et si compliqués, tout le jeu de ce mécanisme des mâchoires, des opercules, des rayons branchiostéges, des arcs branchiaux, des branchies, tout cela est aboli sur-le-champ et ne reparaît plus.

» Mais l'animal ne survit pas, comme la grenouille et la salamandre, parce que le poisson n'a pas de seconde respiration, de respiration cutanée; il n'a qu'une respiration, la respiration branchiale; son mécanisme respiratoire s'éteint immédiatement, et lui-même meurt quelque temps après, un temps plus ou moins long selon les espèces (1).

» C'est une chose merveilleuse et d'un ordre suprême que la grande spécialité d'action qui gouverne le système nerveux.

» Il y a, dans l'encéphale, un organe qui sert à l'intelligence, et qui seul y sert : ce sont les *lobes* ou *hémisphères cérébraux*; un organe qui sert à la coordination des mouvements de locomotion, et qui seul y sert : c'est le *cervelet*; un point de la moelle allongée qui préside au mouvement respiratoire, et qui seul y préside : c'est le *nœud vital*; chaque nerf des sens a son rôle propre : celui-ci la vue, celui-là l'audition, cet autre l'odorat, ce quatrième le goût, etc.; chaque région de la moelle épinière, chaque racine des nerfs a sa fonction distincte : celle-ci la sensibilité, celle-là la motricité; enfin, il n'est pas jusqu'aux quatre mouvements principaux de l'homme : le mouvement de droite à gauche et celui de gauche à droite, celui d'avant en arrière et celui d'arrière en avant, dont chacun ne réponde à la direction d'un *canal semi-circulaire* : le mouvement de droite à gauche et celui de gauche à droite aux deux canaux horizontaux, l'un droit et l'autre gauche;

---

(1) J'ai, dès mes premières expériences, en 1823, soigneusement distingué les mouvements généraux, la vie générale, des mouvements respiratoires en particulier, de la *vie respiratoire*, si je puis ainsi dire. Cette *vie respiratoire* est la seule qui s'éteigne immédiatement : la vie générale, les mouvements généraux survivent quelques instants, et si, comme je l'ai fait voir alors, on remplace, à temps, la *respiration naturelle* par la *respiration artificielle*, par *l'insufflation pulmonaire*, on peut maintenir la vie générale et les mouvements généraux pendant un assez long temps, pendant quelques heures. (Voyez mon livre intitulé : *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux*, p. 191, 1re édition, 1824.)

le mouvement d'avant en arrière au canal antéro-postérieur; le mouvement d'arrière en avant au canal postéro-antérieur (1) : dernier et grand phénomène qui n'est point encore expliqué, qui m'occupe depuis trente ans, et que je n'abandonnerai point, j'espère, sans l'avoir pénétré. »

GÉOMÉTRIE. — *Propriétés des courbes à double courbure du quatrième ordre provenant de l'intersection de deux surfaces du second ordre*; *par* M. CHASLES.

« 1. Dans une communication à l'Académie (voir *Comptes rendus*, t. XLV, p. 189, séance du 10 août 1857), j'ai fait connaître les propriétés générales de la courbe à double courbure du troisième ordre : cette courbe est, comme on sait, l'intersection de deux cônes du second ordre qui ont une génératrice commune, ou plus généralement, de deux hyperboloïdes à une nappe ayant une génératrice commune.

» Maintenant il s'agit de l'intersection complète de deux surfaces du second ordre quelconques. Cette courbe est du quatrième ordre, c'est-à-dire qu'un plan quelconque la rencontre toujours en quatre points (réels ou imaginaires). Ce qui est évident, puisque le plan coupe les deux surfaces suivant deux coniques qui ont quatre points d'intersection.

» On sait qu'il existe une seconde courbe gauche du quatrième ordre, qu'on dit de *seconde espèce*. Celle-ci est l'intersection d'une surface du troisième ordre par un hyperboloïde dont deux génératrices coïncident avec deux droites situées sur cette surface.

» Comme il sera constamment question, et presque exclusivement, dans ce qui va suivre, d'une même courbe, celle de *première espèce*, et de ses variétés à *point double* ou *conjugué*, et à *point de rebroussement*, nous désignerons souvent, pour abréger, cette courbe qui sera toujours l'intersection de deux surfaces du second ordre, par la simple notation C_4.

» 2. Huit points donnés dans l'espace déterminent en général une seule courbe C_4. Cette courbe est l'intersection commune d'une infinité de surfaces du second ordre.

---

(1) Voyez mes expériences sur les canaux semi-circulaires dans mon livre intitulé : *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux*, p. 454 et suivantes (seconde édition).

» Au nombre de ces surfaces se trouvent quatre cônes (réels ou imaginaires), ainsi que l'a démontré M. Poncelet (1). Chacun de ces cônes a quatre arêtes tangentes à la courbe; et les quatre points de contact sont dans un même plan.

» 3. Par sept points on peut mener une infinité de courbes C_4 non situées toutes sur une même surface. Toutes ces courbes passent par un même huitième point.

» 4. Huit points par lesquels passent plusieurs courbes du quatrième ordre, situées ou non sur une même surface, jouissent de cette propriété que : deux de ces points étant joints par une corde, et deux autres par une seconde corde, les quatre plans menés par la première corde et les quatre autres points ont le même rapport anharmonique que les quatre plans menés par la seconde corde et les quatre mêmes points.

» 5. Si autour d'une corde D d'une courbe du quatrième ordre on fait tourner un plan qui rencontre la courbe en deux points a, b, la droite ab qui joint ces points engendre un hyperboloïde.

» 6. Quatre plans menés par une corde D déterminent dans la courbe quatre autres cordes ab : les plans menés par ces quatre cordes et un point quelconque de la courbe passent tous quatre par un autre point de la courbe, et conséquemment par une même corde D'.

» Le rapport anharmonique de ces quatre plans est constant, quel que soit le point de la courbe par lequel on les mène.

» Cette propriété présente une certaine analogie avec la propriété fondamentale des sections coniques, d'après laquelle les droites menées de quatre points de la courbe à un cinquième quelconque, ont toujours le même rapport anharmonique.

» 7. Une droite qui se meut en s'appuyant sur une courbe du quatrième ordre et sur deux cordes de la courbe, engendre une surface du quatrième ordre sur laquelle ces deux cordes sont des droites *doubles*.

» Quand les deux cordes passent par un même point de la courbe, la surface est un cône du troisième ordre.

» 8. Si de tous les points d'une droite on abaisse des normales sur une surface du second ordre, les pieds de ces normales sont sur une courbe du quatrième ordre.

» 9. On distingue les surfaces du second ordre en deux classes : les unes peuvent être engendrées par une droite : ce sont l'hyperboloïde à une

---

(1) *Traité des propriétés projectives;* p. 395.

nappe et le paraboloïde hyperbolique; les autres ne peuvent avoir trois points en ligne droite, et conséquemment aucune génératrice droite : ce sont l'ellipsoïde, l'hyperboloïde à deux nappes et le paraboloïde elliptique. Cependant, si les droites qu'on peut tracer sur les deux premières surfaces ne sont plus considérées au point de vue de la génération de la surface, on peut ramener toutes les surfaces à un même principe, en disant que : par chaque point d'une surface du second ordre passent, en général, deux droites situées tout entières sur la surface, et que ces droites sont toujours réelles dans l'hyperboloïde à une nappe et le paraboloïde hyperbolique, et toujours imaginaires dans l'ellipsoïde, l'hyperboloïde à deux nappes et le paraboloïde elliptique; qu'enfin les deux droites peuvent être coïncidentes, ce qui donne lieu au cône et au cylindre.

» Quand on considère des courbes tracées sur une surface du second ordre, comme on le fait sur le plan, l'existence des deux droites réelles donne lieu, on le conçoit, à des énoncés plus simples des propositions, et à des propriétés qui n'auraient plus le même énoncé ni même d'application possible dans le cas des droites imaginaires. Aussi nous allons supposer toujours le cas général des deux droites réelles, c'est-à-dire que la surface du second ordre sur laquelle nous considérerons les courbes du quatrième ordre soit un hyperboloïde. Une partie des propriétés de ces courbes s'appliquera au cas où elles seraient tracées sur une autre surface quelconque; mais une partie aussi pourra n'être pas susceptible de cette généralisation.

» D'après cela, j'exprimerai parfois le caractère des courbes par les notations $M(x^2y^2)$, $M(x^2y)$..., qui m'ont été fort utiles dans la théorie générale des courbes tracées sur l'hyperboloïde (voir *Comptes rendus*, t. LIII, p. 990; séance du 2 déc. 1861).

» **10.** Par chaque point de l'espace on peut mener, en général, deux cordes d'une courbe du quatrième ordre, c'est-à-dire deux droites s'appuyant chacune en deux points de la courbe; car ce sont les deux droites, réelles ou imaginaires, existantes sur la surface du second ordre qu'on peut toujours mener par la courbe et par le point donné.

» C'est ce qu'on exprime en disant que le cône mené par une courbe gauche C_4 a, en général, deux arêtes doubles; en d'autres termes, que *la perspective d'une courbe gauche du quatrième ordre sur un plan est une courbe du quatrième ordre ayant deux points doubles* (1).

(1) Voir *Aperçu historique, etc.*, p. 249.

» **11.** Quand deux surfaces du second ordre ont un point de contact, leur courbe d'intersection a en ce point un *nœud* ou *point double.*

» Par exemple, la courbe d'intersection d'une surface du second ordre par un cône du second ordre qui a son sommet en un point de la surface, est une C_4 à *point double.* Les tangentes à la courbe en ce point sont les deux génératrices du cône contenues dans le plan tangent à la surface.

» Ces deux droites peuvent être imaginaires; alors le point double est un point *isolé* ou *conjugué.*

» Si les deux génératrices du cône sont coïncidentes, ce qui a lieu quand le cône est tangent à la surface, le point double de la courbe du quatrième ordre devient un point de *rebroussement.*

Points de contact d'une courbe C_4 avec les génératrices de l'hyperboloïde.

» **12.** Une courbe du quatrième ordre décrite sur un hyperboloïde est tangente à quatre droites d'un même système, par exemple à quatre directrices de l'hyperboloïde :

» 1° Par les quatre points de contact et deux points de la courbe situés sur une génératrice, on peut mener une cubique gauche $M(x^2y)$.

» 2° Par les quatre points de contact et les quatre points de la courbe situés sur deux génératrices, on peut faire passer un faisceau de courbes du quatrième ordre.

» 3° En supposant que les deux génératrices soient infiniment voisines, on en conclut que :

» Par les quatre points de contact et deux points de la courbe situés sur une génératrice, on peut faire passer un faisceau de courbes du quatrième ordre, toutes tangentes entre elles et à la proposée en ces deux points (1).

---

(1) Une courbe d'ordre quelconque m, $M(x^p y^q)$, donne lieu à des propriétés analogues, qui auraient dû se trouver dans notre communication du 16 décembre 1861; en voici l'énoncé :

Une courbe $M(x^p y^q)$ *tracée sur un hyperboloïde est tangente à* $2p(q-1)$ *directrices;*

Par les $2p(q-1)$ *points de contact et les* p *points de la courbe situés sur une même génératrice, on peut mener une courbe d'ordre* $(m-1)$, $M(x^p y^{q-1})$;

Par les $2p(q-1)$ *mêmes points et les* $2p$ *points de la courbe situés sur deux génératrices quelconques, on peut faire passer un faisceau de courbes d'ordre* m, $M'(x^p y^q)$;

Enfin, par les $2p(q-1)$ *points de contact et les* p *points situés sur une même génératrice, on peut faire passer un faisceau de courbes d'ordre* m, $M''(x^p y^q)$, *tangentes entre elles et à la courbe proposée en ces* p *points.*

» **13.** Quand la courbe du quatrième ordre a un point *double*, elle n'est tangente qu'à deux directrices et à deux génératrices de l'hyperboloïde.

» Les quatre points de contact sont situés dans un même plan.

» **14.** Si la courbe a un point de *rebroussement*, il n'existe qu'une directrice et une génératrice qui lui soient tangentes.

Plans tangents à une courbe C_4 *menés par une droite.*

» **15.** Par une droite on peut mener huit plans tangents à une courbe gauche du quatrième ordre (1).

» Les huit points de contact forment la base d'un faisceau de courbes du quatrième ordre dont la proposée fait partie.

» **16.** Quand la droite passe par un point de la courbe du quatrième ordre, on ne peut mener par cette droite que six plans tangents.

» Par les six points de contact, on peut faire passer un faisceau de courbes du quatrième ordre, qui seront toutes tangentes à la proposée au point où la droite la rencontre.

» **17.** Si la droite s'appuie en deux points sur la courbe du quatrième ordre, le nombre des plans tangents est réduit à quatre.

» Par les quatre points de contact on peut faire passer un faisceau de courbes du quatrième ordre, toutes tangentes à la proposée, aux deux points où la droite la rencontre.

» **18.** Quand une courbe du quatrième ordre a un point *double*, on peut lui mener par une droite quelconque six plans tangents.

» Les six points de contact et le point double sont la base d'un faisceau de courbes du quatrième ordre, toutes tangentes entre elles au point double, et dont fait partie aussi la courbe proposée.

» **19.** Quand la courbe a un point de *rebroussement*, on ne peut lui mener par une droite quelconque que cinq plans tangents.

» Les cinq points de contact et le point de rebroussement sont la base d'un faisceau de courbes du quatrième ordre tangentes à la courbe en son point double, et ayant toutes entre elles un contact du second ordre en ce point.

Plans osculateurs à une courbe C_4.

» **20.** Une courbe gauche du quatrième ordre admet douze plans osculateurs passant par un même point.

---

(1) Ce théorème a été donné en premier lieu dans l'*Aperçu historique*, p. 249.

» Si le point est pris sur la courbe, il n'existe plus que neuf plans osculateurs, dont six sont toujours imaginaires, et trois sont réels.

» Le plan des trois points de contact de ceux-ci passe par le point sur lequel sont menés les trois plans osculateurs (1).

» **21.** La courbe du quatrième ordre à point *double* n'admet que six plans osculateurs passant par un même point.

» Et si ce point est pris sur la courbe, il n'existe que trois plans osculateurs : leurs trois points de contact sont dans un plan qui passe par le point de la courbe.

» **22.** Dans la courbe à point de *rebroussement*, il n'existe que quatre plans osculateurs passant par un point quelconque de l'espace; et un seul plan osculateur passant par un point pris sur la courbe.

Développable osculatrice à une courbe C_4.

» **23.** La développable osculatrice à la courbe du quatrième ordre est du *huitième ordre* et de la *douzième classe;* c'est-à-dire que par un point on peut lui mener douze plans tangents, lesquels sont les douze plans osculateurs à la courbe (**20**).

» **24.** Si la courbe a un *point double*, la développable osculatrice est seulement du *sixième ordre* et de la *sixième classe.*

» **25.** Et si la développable a un *point de rebroussement,* la développable est du *cinquième ordre* et de la *quatrième classe.*

Section plane de la développable osculatrice à la courbe du quatrième ordre.

» **26.** Une section plane de la développable osculatrice est du *huitième ordre* et de la *douzième classe.*

» Cette courbe a quatre points de *rebroussement;* seize points *doubles;* seize points d'*inflexion,* et trente-huit *tangentes doubles.*

» **27.** Dans le cas où la courbe du quatrième ordre a un point *double :* Une section plane de la développable osculatrice est du *sixième ordre*, et de la *sixième classe;* et a quatre points de *rebroussement,* six points *doubles,* quatre *tangentes d'inflexion,* et six *tangentes doubles.*

» **28.** Quand la courbe gauche a un point de *rebroussement :*

» Une section plane de la développable est du *cinquième ordre*, et de la *quatrième classe*, et a quatre points de *rebroussement*, deux points *doubles*, une tangente d'*inflexion* et deux tangentes *doubles.*

---

(1) Voir *Aperçu historique,* p. 249.

Cône passant par une courbe gauche du quatrième ordre.

» **29**. Ce cône est du *quatrième ordre* et de *huitième classe*. Il a douze plans tangents d'*inflexion*, huit plans tangents *doubles*, deux arêtes *doubles*, et aucune arête de *rebroussement*.

» **30**. Quand la courbe gauche a un point *double* :

» Le cône est du *quatrième ordre* et de la *sixième classe*. Il a six plans tangents d'*inflexion*, quatre plans tangents *doubles* et trois arêtes *doubles* (dont une passe par le point double de la courbe).

» **31**. Quand la courbe gauche a un point de *rebroussement* :

» Le cône est du *quatrième ordre* et de la *cinquième classe*. Il a quatre plans tangents d'*inflexion*, deux plans tangents *doubles*, deux arêtes *doubles* et une arête d'*inflexion*.

Déterminations diverses relatives à la courbe gauche du quatrième ordre.

» **32**. 1° Nombre des tangentes à la courbe qui rencontrent une même tangente : 4.

» 2° Nombre des droites qui, étant chacune l'intersection de deux plans osculateurs, sont situées dans un même plan : 38.

» 3° Nombre des plans osculateurs stationnaires, c'est-à-dire, dont chacun a un contact du troisième ordre avec la courbe : 16.

» 4° Nombre des droites menées d'un point donné de l'espace, qui s'appuient en deux points sur la courbe : 2.

» 5° Nombre des plans tangents en deux points de la courbe, menés par un point de l'espace : 8.

» **33**. Pour la courbe à point *double*, ces mêmes déterminations deviennent respectivement : 2, 6, 4, 3 et 4.

» **34**. Et pour la courbe à point de *rebroussement* : 1, 2, 1, 2 et 2 (1).

Courbe nodale sur la développable osculatrice à une courbe C_4.

» **35**. L'ordre de cette courbe est égal au nombre des points doubles d'une

---

(1) Ces diverses déterminations numériques ont déjà été données par M. Salmon, dans son Mémoire : *On the classification of curves of double curvature*, inséré dans le *Cambridge and Dublin mathematical journal* (t. V, année 1850), et qui fait suite au Mémoire de M. Cayley, *Sur les courbes à double courbure et les surfaces développables* (voir *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, t. X, année 1845).

section plane de la développable. La courbe est donc du *seizième ordre*. Elle rencontre chaque génératrice de la développable en quatre points.

» Si la courbe C_4 a un point *double*, la courbe nodale est du *sixième ordre*, et ne rencontre chaque génératrice de la développable qu'en deux points.

» Et si la courbe C_4 a un point de *rebroussement*, la courbe nodale est une conique qui ne rencontre chaque génératrice de la développable qu'en un point. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Reproduction de la Lévyne*; *par* **M. H. Sainte-Claire-Deville.**

« Dans un Mémoire que j'ai publié dans les *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXI, 3e série, j'ai étudié la composition de quelques silicates alumineux et alcalins résultant de l'action qu'exercent les alcalis fixes sur les matières argileuses de nature diverse. J'ai obtenu en particulier, en faisant dégérer avec de la soude caustique des mélanges naturels de silice et d'alumine, un produit de composition constante, intéressant au point de vue technique, mais qui, dépourvu de formes cristallines, ne peut être en réalité considéré comme une espèce chimique distincte. Ces expériences m'ont amené à vérifier un fait constaté par Berzelius et appliqué depuis en analyse chimique à la séparation de l'alumine et de l'acide phosphorique. Il s'agit de l'insolubilité dans une même liqueur alcaline de potasse ou de soude de la silice et de l'alumine, quand ces deux matières y sont introduites en même temps. Pour vérifier ce fait, il suffit de préparer à l'avance et séparément de l'aluminate et du silicate de soude ou de potasse et de mélanger les liqueurs en proportions quelconques. Tout d'abord aucune réaction ne semble se manifester, mais bientôt les liqueurs limpides se prennent en masse par suite de la précipitation du silico-aluminate alcalin gélatineux et insoluble. Pour que la séparation de ce produit devienne facile, il est utile de chauffer la liqueur épaissie dans des tubes de verre scellés en les portant à une température comprise entre 150° et 200°. Le silico-aluminate alcalin se sépare alors et on peut constater que la liqueur qui surnage le précipité désormais cohérent ne contient plus que de l'aluminate alcalin si celui-ci a été mis en excès, ou du silicate si au contraire on a fait prédominer le silicate dans le mélange primitif.

» L'examen des produits variables de ces réactions, leur analyse qui m'a conduit à quelques comparaisons intéressantes, feront le sujet des détails qui vont suivre.

» 1° *Lévyne.* — J'ai préparé deux solutions, l'une de silicate de potasse et l'autre d'aluminate de soude, en proportions telles, que les quantités d'oxygène contenues dans la silice et dans l'alumine de ces deux sels fussent entre elles comme 2 est à 1. Les matières introduites séparément dans un tube en verre fort, scellé à la lampe, se sont solidifiées à froid pendant qu'on secouait le tube pour opérer le mélange. Chauffé à 170° environ, le magma s'est transformé en une liqueur limpide dont j'ai séparé par simple décantation de petits cristaux en tables hexagonales, au travers desquelles il est facile d'observer au moyen de la lumière polarisée les anneaux colorés et la croix noire qui indiquent leur forme rhomboédrique. Dans le tube d'essai, ils perdent de l'eau et ils fondent au chalumeau en donnant une perle incolore et transparente, attaquable par les acides. Ils ont la forme de la *lévyne* et sa composition, comme on peut le constater par l'analyse.

		Oxygène.	Lévyne d'après M. Damour.	
Silice	44,7	6	45,04	6
Alumine	21,5	3	21,04	3
Chaux	0,9		9,72	
Soude	5,5	1	1,42	1
Potasse	8,6		1,63	
Eau	19,7		17,49	6
	100,9		99,34	

» La différence qui existe entre les proportions de l'eau déterminées par les deux analyses ne doit pas être prise en considération. La détermination de M. Damour, faite avant l'époque où cet habile chimiste a lui-même indiqué les précautions qu'il faut prendre quand on analyse les zéolites, a dû lui donner un chiffre minimum. Dans mon analyse j'ai suivi avec une exactitude scrupuleuse toutes les prescriptions qu'il a détaillées dans son Mémoire, et je crois que cette faible divergence entre nos résultats tient aux propriétés hygroscopiques des zéolites. C'est d'ailleurs avec l'approbation de mon savant ami M. Damour que j'adopte cette conclusion.

» J'ai constaté que la liqueur alcaline dans laquelle s'étaient déposés les cristaux ne contenait ni alumine ni silice en quantité notable, mais seulement des traces de silice, que le verre sans doute avait fournies après la formation de la substance principale.

» 2° Le même mélange chauffé à une température plus élevée se comporte

autrement. Car on produit alors un sable qui n'est que de la silice cristalline, difficile à séparer d'un peu de lévyne qui l'accompagne et qui a pour composition :

Silice	92,4
Alumine, alcalis et eau	7,6
	100,0

» La liqueur restant dans le tube est fortement chargée d'aluminate de soude et de potasse. Cette expérience me semble digne d'attention en ce sens qu'elle ne permet pas d'espérer qu'on puisse, dans de pareilles circonstances, obtenir les feldspaths, soit l'orthose, soit l'albite, qui étaient le but de mes recherches, la silice se séparant de l'aluminate alcalin pour cristalliser à part.

» 3° J'ai fait varier les proportions relatives de la silice et de l'alumine et j'ai obtenu des résultats également variables.

» Ainsi quand on chauffe en vases clos un mélange de silicate de potasse et d'aluminate de la même base, la matière qui se prend en gelée à la température ordinaire, se transforme vers 200° en un sable cristallin qui a la composition suivante :

		Rapports de l'oxygène.	Phillipsite de M. Damour
Silice	46,3	8	48,41
Alumine	22,7	3	22,04
Chaux	0,3		8,49
Soude	0,7	1 (Chaux, Soude, Potasse)	
Potasse	16,2		6,19
Eau	14,5	6 à 8	15,60
	100,7		100,73

» Quand dans le même mélange on fait prédominer l'aluminate de potasse, on obtient encore une matière qui ne m'a pas paru cristalline et qui est composée de :

		Rapports.	Ittnérite (Gmelin).	
Silice	34,1	4	Silice	34,02
Alumine	28,9	3	Alumine	28,40
Potasse	24,8	1	Chaux	7,27
Eau	11,5	3?	Soude	12,15
	99,3		Acides divers	5,76
			Eau	10,76
				98,36

» Il ne semble pas que ce procédé puisse fournir certains silicates naturels dont la composition ressemble pourtant beaucoup à celle des composés que je viens de décrire. On aurait pu penser à priori que l'amphigène aurait pu se produire en pareilles circonstances, ce qui n'a pas eu lieu.

» 4° J'ai obtenu une combinaison très-curieuse, dont je donnerai plus tard une histoire complète et qu'on prépare facilement, soit en calcinant du nitrate ou du carbonate de baryte avec un excès d'alumine anhydre, soit en précipitant du sulfate d'alumine par de la baryte en excès. On produit alors un aluminate de baryte soluble dans l'eau (10 fois son poids environ), cristallisable dans l'alcool et composé alors des éléments suivants :

Baryte........	49,2 (1)
Alumine.....	30,8
Eau........	20,0
	100,0

» J'ai essayé, en mélangeant dans des tubes scellés une dissolution de cet aluminate avec du silicate de potasse, de reproduire l'harmotome, silicate alumineux à base de baryte. J'ai bien, en effet, obtenu un sable cristallin; mais sa composition m'a donné des résultats qui ne permettent en aucune façon d'identifier le silicate artificiel avec l'harmotome. On obtient en effet les nombres suivants :

Silice....	35,3	3
Alumine.	10,2	1
Baryte...	30,0	} ... 1
Potasse..	5,8	
Eau.....	18,9	4
	100,0	

» Il y a cependant une observation intéressante à faire à propos de ces analyses : c'est que le rapport des quantités d'oxygène contenues dans l'alumine et dans les bases alcalines (soude ou potasse) est toujours le rapport de 3 à 1, qui est en effet très-fréquent dans la nature et en particulier dans toutes les espèces du genre feldspath. »

(1) La purification des cristaux destinés à l'analyse est très-difficile à cause de la formation constante du carbonate de baryte pendant leur maniement. La formule la plus simple par laquelle on puisse interpréter cette analyse est celle-ci : $Al^2 O^3$, BaO, 4 HO, en supposant que la perte de l'analyse est due à de l'acide carbonique accidentel.

GÉOLOGIE. — *Treizième Lettre à* M. Elie de Beaumont *sur les phénomènes éruptifs de l'Italie méridionale; par* M. CH. SAINTE-CLAIRE-DEVILLE.

« Naples, le 8 février 1862.

» Je vous décrivais, il y a quelques jours, les pentes supérieures de la fissure actuelle, c'est-à-dire cette portion de la trace du plan éruptif qui est comprise entre le centre adventif de 1861 et le centre normal du volcan. Je cherchais à vous rendre, autant que possible, témoin des phénomènes qui s'y passent pendant la crise qui ramène peu à peu le maximum d'intensité éruptive dans l'axe du volcan, c'est-à-dire à sa place normale. Il me reste maintenant à vous parler de la portion de la fissure qui, partant du centre adventif, se dirige, au contraire, vers les pentes inférieures de la montagne.

» Dans la plupart des éruptions, cet appareil inférieur est plus simple qu'il ne l'est cette fois. Ainsi qu'on en doit la remarque à Mario Gemmelaro, et comme l'ont confirmé vos propres observations sur l'Etna, si la fissure se prolonge au-dessous du point d'où la lave s'est échappée d'abord, il se détermine bientôt un nouvel orifice de sortie, placé plus bas que le premier, et, quel que soit le nombre des bouches qui se forment ainsi, la dernière est toujours située à l'extrémité inférieure de la fissure. Le centre adventif se déplace donc successivement et s'éloigne de plus en plus du centre normal : mais, la coulée terminée, il ne reste, en définitive, que les deux centres, situés chacun à l'une des extrémités de la fissure.

» Dans l'éruption actuelle, les choses ne se sont pas passées de cette manière. *Au-dessous* du dernier des deux cratères qui ont donné la nouvelle lave, on trouve encore trois cavités très-considérables et très-profondes; puis, comme je vous l'ai déjà dit, la fissure vient buter contre la coulée de 1794, et semble en épouser la direction. Du moins, cette couche est-elle ouverte suivant plusieurs lignes de fracture parallèles, qui se prolongent jusqu'à la mer et même au delà, et les phénomènes secondaires les plus curieux se manifestent sur cette lave ainsi divisée et, en quelque sorte, clivée par l'éruption.

» Cela constitue donc, dans cet appareil inférieur, deux parties distinctes et qu'il faut étudier séparément. Ce sont, en premier lieu, le tronçon de la fissure proprement dite, qui est placé au-dessous des bouches qui ont vomi la lave, et en second lieu le réseau beaucoup plus complexe, et le plus souvent caché aux yeux, des canaux intérieurs qui mettent l'éruption actuelle en

communication avec les principaux plans éruptifs du massif vésuvien. C'est à l'étude de ces deux portions inférieures de la fissure que je vais consacrer cette treizième Lettre.

» La plus élevée des deux est simple et facile à étudier.

» Les trois cavités qui la composent présentent dans les phénomènes éruptifs une intensité manifestement décroissante, à partir de la bouche la plus voisine du point d'émission de la lave. Voici, par exemple, ce qu'on observait le 22 janvier : [illegible]

» Cette bouche, la huitième en descendant, est (comme la cinquième, qui est placée symétriquement de l'autre côté des deux cratères à lave) parfaitement arrondie, sans aucune trace d'échancrure et très-profonde. C'est un entonnoir évasé, dont la régularité contraste avec l'aspect allongé et démantelé du cratère voisin, d'où la lave s'est épanchée. La crête assez aiguë qui l'en sépare paraît encore, le soir, comme percée à jour par de nombreux anneaux incandescents à fer oligiste; mais l'intérieur de cette huitième cavité est déjà presque éteint. De quelques points, peu éloignés de l'axe longitudinal de la fissure, s'élèvent des vapeurs blanches légèrement acides; mais il n'y a plus de croûtes colorées, à bandes parallèles, comme celles qui décorent encore la sixième bouche. Les sels anciennement formés ont été lavés par les pluies, et il ne s'en dépose plus de nouveaux.

» Entre la huitième et la neuvième bouche, il y a un petit espace plan, d'une dizaine de mètres environ, qui conserve encore des fumerolles chlorhydro-sulfureuses et est recouvert d'une couche de chlorures et de sulfates, qui forme un tapis richement coloré. L'intérieur de la neuvième bouche n'offre plus de traces de sels, mais les roches y portent un léger enduit parfaitement blanc; c'est de la silice, dernier témoin des décompositions chimiques et qui seule résiste à l'action dissolvante des eaux pluviales.

» Le dixième et dernier cratère de la fissure proprement dite a perdu toute apparence d'activité : la vapeur d'eau a même entièrement disparu, mais elle se montrerait sans doute faiblement après quelques jours de grandes pluies. Car la température reste encore considérable à la surface des roches dans le voisinage de l'axe longitudinal des cavités.

» Entre la neuvième et la dixième bouche, d'un de ces points ainsi placés s'échappait, le 22 janvier, de la vapeur d'eau à une température de 320°. Le gaz qui l'accompagne n'agissait ni sur le papier de tournesol bleu ou rouge, ni sur l'acétate de plomb, et deux analyses successives n'y ont signalé absolument aucune trace de matière absorbable par la potasse. C'était donc uniquement de l'air chaud et de la vapeur d'eau.

» Tel était le 22 janvier l'état de cette portion inférieure de la fissure proprement dite : lors d'une dernière visite que j'y ai faite le 3 février, elle n'a présenté rien de nouveau, sinon un abaissement plus sensible encore de ces faibles restes d'activité.

» Ainsi, comme dans le tronçon supérieur de la fissure, décroissance évidente et d'autant plus complète qu'on est plus éloigné du point d'émission de la lave. Mais ici les phases chimiques sont sensiblement différentes de ce qu'elles sont plus haut. L'acide chlorhydrique et les chlorures ont toujours dominé : cela est frappant dans l'intérieur des trois cavités, où les sels ne se forment plus et où l'action dissolvante des eaux pluviales ne découvre aucun dépôt de soufre, comme il arrivera certainement dans quelques parties de la fissure supérieure ; je n'y ai non plus remarqué, dans la période décroissante, ni acide sulfhydrique, ni acide carbonique.

» La chose se passe donc exactement comme sur la lave, où ces deux derniers produits ne se manifestent que très-rarement et sur une échelle infiniment restreinte, tandis que les chlorures alcalins, puis l'acide chlorhydrique, les chlorures métalliques et le chlorhydrate d'ammoniaque sont presque les seuls éléments des émanations et, lorsqu'ils viennent à disparaître, sont souvent remplacés, sans intermédiaire, par la vapeur d'eau ou l'air échauffé.

» Tel est aussi, comme vous venez de voir, le caractère des fumerolles du tronçon inférieur de la fissure, au lieu que le tronçon supérieur se rattache par la nature de ses émanations, comme par sa position topographique, au cratère supérieur.

» Vous vous rappellerez qu'au point où la fissure vient buter contre la grande coulée de 1794, elle ne finit pas brusquement, mais est remplacée par trois petites cavités ouvertes dans cette lave, alignées suivant une direction oblique sur celle de la fissure principale et qui vient passer sur la partie occidentale de Torre del Greco. Les émanations de ces trois petites cavités ont offert aussi des phases chimiques différentes de celles des deux tronçons de la fissure.

» Lorsque nous les avons abordées pour la première fois, M. Fouqué et moi, le 18 décembre, nous avons immédiatement été frappés de l'odeur simple d'acide chlorhydrique qui s'en exhalait, sans aucun mélange sensible d'acide sulfureux. Depuis lors, rien n'a révélé l'existence d'un élément sulfuré ; aucun sulfate, aucun dépôt de soufre, aucune action sur l'acétate de plomb. Chaque fois que je les ai visitées, j'y ai trouvé seulement une réaction acide qui allait en s'atténuant et a presque fini par disparaître, de sorte

qu'il ne semblait plus se dégager que de la vapeur d'eau, à une température de moins en moins élevée.

» Ces caractères rappellent ceux des émanations du tronçon inférieur de la fissure, et par conséquent aussi ceux des fumerolles de la lave près de s'éteindre ; seulement l'acide chlorhydrique s'y est toujours présenté isolé, et ne s'est combiné ni à l'ammoniaque, ni aux oxydes métalliques. Cela dépendait-il de ce que cet acide était trop étendu de vapeur d'eau ou à une température trop peu élevée? ou plutôt de ce que les éléments de la lave ancienne d'où elle s'échappait, ne se trouvaient plus dans le même état moléculaire que la lave nouvelle et encore incandescente?

» Quoi qu'il en soit, les fumerolles dont il s'agit n'ont pas conservé jusqu'à la fin les propriétés que je viens de dire. Le 22 janvier, en m'approchant des trois cavités qui les émettent, j'ai senti distinctement l'odeur de matière organique, légèrement empyreumatique, que j'ai déjà signalée dans les fumerolles carboniques du second cratère, et qui rappelle l'odeur des fumerolles à chlorhydrate d'ammoniaque de la lave. Le papier de tournesol bleu n'y changeait de teinte qu'à la longue et presque imperceptiblement. Le papier imprégné d'acétate de plomb n'y noircissait point, mais deux analyses du gaz, faites au moyen de la potasse et de l'acide pyrogallique, m'ont donné les résultats suivants :

Acide carbonique	10,23	15,98	
Oxygène	89,77	17,01	O : Az :: 20,25 : 79,75.
Azote		67,01	
	100,00	100,00	

» Si l'on remarque que les 16 pour 100 d'acide carbonique fournis par la dernière analyse sont encore un minimum à cause de l'impossibilité de recueillir ces gaz sans y introduire un peu d'air atmosphérique, il sera nécessaire de reconnaître que ces émanations avaient absolument changé de nature, qu'elles avaient perdu les caractères des fumerolles de la lave pour prendre ceux des fissures inférieures du volcan, pour devenir de véritables *mofettes*.

» Cette analyse pourra paraître méticuleuse, mais elle me semble indispensable pour attaquer et faire disparaître le préjugé qui, jusqu'à présent, veut qu'il n'y ait aucune règle pour présider à la répartition des diverses émanations dans les différentes parties d'un même massif volcanique. En définitive, je maintiens (et la chose peut encore se vérifier au moment où je vous l'écris) que, dans la ligne brisée que forment les deux branches iné-

gales de la fissure, il y a lieu de distinguer trois tronçons au point de vue des émanations, savoir : le plus élevé, qui tient à la fois des émanations de la lave et de celles de l'appareil normal auquel il aboutit; le tronçon central, dont les fumerolles ont reflété presque uniquement, et surtout à leur décadence, les caractères des émanations de la lave, qui sans aucun doute l'a pénétré et rempli; enfin le tronçon inférieur, comprenant les trois petites cavités ouvertes dans la coulée de 1794, et dont les gaz ont présenté successivement les caractères des émanations chlorhydriques de la lave, dont elle n'est distante, en haut et latéralement, que de quelques mètres, et ceux des exhalaisons *méphitiques* de la grande fissure de 1794, rouverte à l'occasion de l'éruption actuelle.

» A ce point de vue, l'ensemble des trois petites cavités appartient à cette grande fissure et en amène au jour les émanations carboniques, toujours prêtes à s'échapper, comme on sait, à chaque éruption importante. Mais la fissure de 1794 s'est rouverte, cette fois, bien plus haut encore. On doit, en effet, à M. Palmieri cette remarque intéressante. Le 6 janvier, pendant que j'étais au sommet du Vésuve et que j'y reconnaissais l'acide carbonique dans la seule fente bien caractérisée que présentât la plaine, M. Palmieri s'était rendu de son côté aux anciennes bouches de 1794, et y découvrait le même gaz en telle abondance, qu'il était absolument impossible de séjourner dans le voisinage de quelques-unes des cavités. Plusieurs jours après, le 14 janvier, j'ai visité les lieux, j'y trouvai plusieurs oiseaux asphyxiés, mais la mofette avait considérablement diminué. Pour en être réellement et fortement incommodé, il fallait introduire sa tête dans les cavités au-dessous des roches et aspirer fortement. J'ai recueilli les gaz au fond d'une de ces petites cavités, et leur ai trouvé la composition suivante :

Acide carbonique	30,62	
Oxygène	13,20	O : Az :: 19,03 : 80,97.
Azote	56,18	
	100,00	

» Ainsi, dans le petit segment de cône qu'on peut considérer comme affecté par les deux éruptions de 1794 et 1861, l'acide carbonique se manifestait, à la fois ou successivement, au sommet du volcan, aux bouches supérieures de 1794 et de 1861, et dans les trois petites cavités situées au point de rencontre de la nouvelle fissure et de la lave de 1794. Nous savons d'ailleurs que la mofette et l'hydrogène carboné s'étaient, dès le 12 décembre, produits abondamment à la base de cet espace triangulaire, à Torre

del Greco et du milieu de la lave de 1794. Mais, avant de suivre, sur ce dernier point, l'histoire de ces émanations qui offre, depuis quelques jours, un nouvel intérêt, je veux vous montrer qu'à la suite de notre éruption, comme après toutes les éruptions de quelque importance, l'acide carbonique s'est fait jour par les fissures d'un certain nombre de plans éruptifs de premier ordre, qui reprennent momentanément de l'activité.

» Vous voudrez bien, d'abord, vous souvenir de la carrière dont je vous ai entretenu dans ma onzième Lettre, et dans laquelle, le 27 décembre, dix-neuf jours après le début de l'éruption, la mofette s'était déclarée et avait asphyxié cinq ouvriers. Cette carrière, qui porte le nom de *carrière Scarpi*, d'après le nom de son propriétaire, est ouverte dans une lave qui s'est arrêtée, à une distance horizontale de 500 à 600 mètres au-dessus de la Favorite, sur un terrain qui dépend de la *Masseria de' Spagnoli*. Cette coulée est évidemment fort ancienne : aucun document n'indique la date de sa sortie et elle repose directement sur le tuf, à en juger par le nombre et la variété des fragments de roches et de minéraux, appartenant à cette formation, qu'on rencontre sur le chemin. La pâte de la roche est fine et serrée, peu pyroxénique, et contient des amphigènes à éclat vitreux, dont quelques-uns rappellent le volume de ceux de Rocca Monfina. Elle peut avoir, au point le plus bas où elle est entaillée, 10 à 15 mètres d'épaisseur, et elle est particulièrement recherchée pour les dalles, dont elle fournit des échantillons d'une belle dimension. La carrière Scarpi est entourée de plusieurs autres, ouvertes évidemment dans la même lave, que l'on peut considérer, par conséquent, comme l'une des coulées les plus considérables qui se soient arrêtées sur les pentes inférieures du Vésuve.

» Je vous ai dit comment le 28 décembre, M. Fouqué et moi, après être entrés dans la carrière sans difficulté, nous y avons été surpris par la mofette avec une rapidité véritablement effrayante. Le 9 janvier, nouvelle tentative plus infructueuse que la précédente, car l'orifice qui conduit à la carrière était envahi par la mofette. Mais le 27 janvier nous pûmes pénétrer, M. Mauget et moi, jusqu'au fond de la carrière ; nous respirâmes l'air près du sol sans être incommodés, et nous aurions pu croire à l'entière disparition du gaz, si nous n'en avions trouvé encore les restes au point le plus bas et au fond des cavités creusées pour l'extraction de la pierre.

» En résumé, et bien que les caves des maisons situées au-dessous de la carrière fussent encore inabordables, on peut admettre que, le 27 janvier, la mofette en ce point était à très-peu près dissipée.

» La lave de 1631, l'une des plus importantes que le Vésuve ait données dans les derniers siècles, n'a pas non plus cette fois manqué de laisser dégager, comme d'habitude, par ses fissures, une grande quantité d'acide carbonique. Non-seulement j'en ai constaté l'existence le 1er janvier, au-dessus de Santa-Maria di Pugliano, mais le 17 du même mois j'apprenais encore que chaque matin, en entrant dans l'église, on y trouvait une couche d'acide carbonique d'environ 60 centimètres; que les caves des maisons voisines étaient infectées par ce gaz, et que dans certaines rues le personnel des animaux domestiques (chiens, chats, volailles, etc.) était presque entièrement détruit, qu'il fallait enfin en éloigner avec soin les très-jeunes enfants. Le même jour, je visitai un puits situé, comme l'église, à l'extrémité inférieure du courant de 1631. L'intérieur du puits était absolument envahi par la mofette, qui s'en dégageait abondamment, et il était impossible de se tenir longtemps près de l'orifice. Deux tubes remplis de ce gaz ont donné :

Acide carbonique	49,24	49,50	
Oxygène	50,76	10,61	O : Az :: 21,01 : 78,99
Azote		39,89	
	100,00	100,00	

» Le 27 janvier, presque tout avait disparu autour de Pugliano; seul le puits dégageait encore l'acide carbonique, mais irrégulièrement et par bouffées.

» Je citerai un dernier fait. Dans la partie du domaine royal de Portici, situé au-dessus de la route et à l'extrémité inférieure d'une puissante coulée de lave, on a trouvé, il y a quinze jours environ, dix-sept porcs asphyxiés dans une cavité où ils s'étaient abrités. Depuis lors, j'ai visité les lieux, la mofette avait disparu.

» Au reste, à la Masseria de' Spagnoli, comme à Pugliano, et sans doute aussi dans le parc de Portici, le gaz n'avait aucune odeur bitumineuse; mais dans chacune de ces localités, *au-dessous* des points où se dégageait l'acide carbonique pur, on trouvait, soit à demeure, soit sporadiquement, des émanations hydrocarburées, possédant cette odeur assez désagréable, jusqu'à un certain point comparable à celle de la benzine, et dans tous les cas si caractéristique.

» De même l'eau du puits de Pugliano (température 11°,5) était saturée d'acide carbonique, mais n'avait aucun goût nauséabond; tandis qu'au même moment, dans les rues basses de Resina, l'eau des puits était telle-

ment chargée de ces éléments bitumineux, qu'il fallait absolument y renoncer et user de l'eau des citernes.

» Ces circonstances concordent avec l'accroissement que j'ai observé à Torre del Greco, dans la proportion de l'hydrogène carboné comparativement à celle de l'acide carbonique à mesure qu'on s'avance vers la mer, ou plutôt à mesure qu'on s'éloigne du centre volcanique. Elles nous ramènent naturellement aux émanations de Torre, dans lesquelles j'ai à vous signaler, non plus seulement des variations avec les lieux, mais aussi des variations avec le temps, qui me paraissent offrir un intérêt réel, et c'est par là que je terminerai ma Lettre.

» Et d'abord, quant au dégagement de l'acide carbonique, il a évidemment diminué à Torre del Greco. En parcourant (les 14, 17, 21, 22 et 27 janvier, les 3 et 5 février), soit la ville elle-même, soit les portions de la route et du chemin de fer qui étaient le plus infectées, j'ai trouvé un décroissement graduel et très-appréciable à l'odorat, surtout à partir du 17 janvier (1). A l'heure qu'il est, plus des trois quarts des habitants de

---

(1) J'ai fait le 17 janvier quelques essais sur les proportions d'acide carbonique que contenait l'air atmosphérique à Torre del Greco, dans les endroits de la ville encore habités, quoique voisins des points d'émanations *méphitiques*. J'ai recueilli cet air à $1^m,50$ au-dessus du sol.

1° Au niveau de la première rue de la ville (10 mètres environ au-dessus de la mer), près d'un trou dans le sol, d'où se dégageait la vapeur d'eau à 40° accompagnée d'un gaz dont voici l'analyse :

Acide carbonique..........	65,96
Oxygène................	7,44
Azote..................	26,60
	100,00

D'après les proportions relatives d'azote et d'oxygène, il n'y avait pas sensiblement d'hydrogène carboné.

Les maisons de cette première rue ne sont pas encore habitées : le rez-de-chaussée y est envahi par la mofette. Mais le 17 janvier on travaillait dans la rue et quelques ouvriers avaient la tête placée plus bas que $1^m,50$.

2° A quelques mètres seulement du n° 1, mais au milieu du courant d'air d'une rue perpendiculaire à la première.

3° Sous les piliers d'un restaurant (*trattoria*) situé à Torre del Greco, sur la route de Resina, en un point de cette route où s'est constamment manifestée une forte odeur de mofette. Cette maison n'a jamais cessé d'être habitée, mais les caves en étaient encore inaccessibles le 17 janvier.

Voici les proportions d'acide carbonique que 100 parties d'air contenaient en ces trois

Torre del Greco qui s'étaient éloignés, sont rentrés dans leurs maisons, assez mal étayées. On répare celles qui n'ont pas été condamnées à la démolition ; les rues se repavent et les fissures du sol disparaissent.

» Les dégagements en mer ont aussi graduellement décru. Le 27 janvier, j'avais assez de peine à recueillir, à 200 mètres du rivage, le gaz destiné aux analyses, tant les bulles, à cette distance, étaient devenues clair-semées ; le 5 février, le gaz ne se faisait plus jour en mer que par trois gros jets, situés à 10 ou 15 mètres de la côte.

» Sur la partie fissurée de la lave de 1794, d'où l'acide carbonique sortait encore abondamment le 17 janvier, l'émission avait presque cessé le 27, et en remplissant d'eau les petites cavités de la lave, à peine si l'on en voyait s'échapper quelques bulles.

» Le gaz y avait, à la vérité, reparu en partie le 3 février, mais le 5 nous n'en trouvions plus de traces, M. Mauget et moi. Comme le 27 janvier, j'ai dû recueillir pour l'analyse celui qui se dégageait de la mer, au rivage et au pied du rocher. Là même, au reste, le phénomène avait considérablement baissé. Dans une anfractuosité des rochers, d'où, le 18 décembre, j'avais dû m'enfuir précipitamment, au bout de quelques secondes, j'ai pu, le 5 février, recueillir à la lame le gaz dans les tubes, fermer ceux-ci à la lampe, et tenir, non-seulement sans danger, mais même sans gêne réelle, pendant plus d'une demi-heure, ma tête à quelques décimètres au-dessus de la mer.

» Ainsi, sans nul doute possible, à Torre del Greco, dans la fissure de 1794, l'émission de l'acide carbonique diminuait en même temps qu'elle décroissait ou disparaissait entièrement dans les trois autres fissures. Mais, à mesure que les mofettes proprement dites perdaient de leur volume, la température s'accroissait. Dans les fissures du rocher, le gaz s'échappait, le 23 décembre, à 12°,3 ; depuis lors, chaque fois que je l'ai observé, il possédait une température de 20°, comme aussi la mofette qui se dégageait avec force de la fontaine publique.

» Dans ma onzième Lettre, je vous ai dit que dès le 23 décembre, au pied du rocher, la mer donnait de la vapeur d'eau et avait une température

---

endroits :

1°.....	6,46
2°.....	3,09
3°	2,57

de 32°,6. Depuis lors, cette vapeur s'est fait jour un peu plus haut, à 10 mètres environ d'élévation, sur la même fente de la lave ancienne.

» Voici les températures que j'ai successivement observées en ce point :

17 janvier	40°,0
27 janvier	45,0
5 février	47,5

» En suivant cette fente en mer, j'ai trouvé dans l'eau, à quelques mètres du rivage, le 27 janvier et le 5 février, une température de 18°. Et il faut bien remarquer que, là où cette chaleur se montrait en mer, aucune bulle ne paraissait à la surface; au contraire, au milieu des gros dégagements d'acide carbonique, l'eau reprenait sa température normale. Ainsi, cet accroissement de la chaleur n'était nullement lié à la production de l'acide carbonique (1), il était évidemment dû à une émission considérable de vapeur d'eau. D'ailleurs les deux fissures, dont l'une produisait l'acide carbonique et l'hydrogène carboné à une basse température, l'autre la vapeur d'eau chaude, ne se confondaient nullement; quoique très-voisines l'une de l'autre, et parallèles entre elles, on pouvait les suivre séparément sur la côte aussi bien qu'en mer.

» Mais ce qui vous paraîtra certainement bien curieux, c'est que la fissure aux émanations chaudes n'a pas tardé à changer de caractères chimiques à mesure que sa température s'élevait. Le 17 janvier, le gaz à 40° recueilli dans une cavité bien fermée présentait la composition suivante :

Acide carbonique	65,96
Oxygène	7,44
Azote	26,60
	100,00

Le 5 février, le gaz de la même fissure, à 47°,5, noircissait fortement l'acétate de plomb, et un léger dépôt de soufre à l'orifice ne pouvait laisser aucun doute sur la présence de l'hydrogène sulfuré.

» Voilà donc le caractère chimique qui vient se joindre au caractère physique, à l'élévation de la température, pour témoigner d'une intensité supérieure.

(1) Une preuve plus directe de ce fait ressort des observations faites à terre sur les fentes du rocher. Le 3 février, dégagement notable d'acide carbonique, température 18°. Le 5, disparition de l'acide carbonique, température 20°.

» Mais cette variation dans le caractère chimique ne s'est pas faite subitement. Avant d'atteindre à l'hydrogène sulfuré, les émanations, en un point donné, se sont graduellement appauvries en hydrogène carboné et enrichies en acide carbonique. Pour vous en convaincre, il vous suffira de jeter un coup d'œil sur le tableau suivant, qui résume la composition des gaz recueillis, à divers instants, en trois points bien déterminés, savoir : en mer, à 200 mètres environ et à 10 ou 15 mètres du rivage; puis, sur le rivage lui-même, des fissures de la lave de 1794.

		23 déc.	1er janv.	17 janv.	27 janv.	5 févr.
En mer, à 200 mètres de la côte.	Acide carbonique.		11,54		40,16	
	Azote + gaz combustible (1).....		88,46		59,84	
En mer, 10 ou 15 mètres de la côte.	Acide carbonique.	42,14	88,60		97,92	97,95
	Azote + gaz combustible......	57,86	11,40		2,08	2,05
Au rivage.	Acide carbonique.	96,32	95,95	96,79	98,04	99,52
	Azote + gaz combustible......	3,68	4,05	3,21	1,87	1,48

» Si maintenant vous voulez bien vous rappeler ce que je vous ai dit dans ma onzième Lettre des témoignages de plus en plus nombreux et de plus en plus explicites qui établissent la combustion spontanée du gaz qui s'est échappé des fissures de 1794 dès l'ouverture de ces fissures et au milieu même de la ville de Torre del Greco, d'où il ne se dégage plus actuellement que l'acide carbonique, sans mélange sensible d'hydrogène carboné (2), vous vous convaincrez que depuis le moment où le sol s'est ouvert à Torre,

---

(1) Je fais ici abstraction de l'air mélangé (normalement ou accidentellement) et calculé d'après les faibles proportions d'oxygène trouvées. Quant au gaz combustible, il est manifestement composé, pour la majeure partie, d'hydrogène carboné; mais je ne pourrai affirmer qu'il ne reste aucune portion d'hydrogène qu'après avoir fait à Paris l'analyse complète des gaz que j'ai recueillis dans les tubes fermés.

(2) C'est ce qu'établissent la discussion de l'analyse du gaz de la fissure à 40° rapportée précédemment et le fait que le résidu de cette analyse ne brûlait plus. J'ajouterai aussi, pour compléter le tableau précédent, que dans le gaz recueilli au rivage le 27 janvier et le 5 février, le résidu de la potasse et de l'acide pyrogallique (résidu si faible d'ailleurs, qu'il m'a fallu remplir sept fois le tube dont je me servais pour en avoir un peu plus de 3 centimètres cubes), ne brûlait que fort difficilement, au lieu de manifester, comme dans les premiers jours, une assez vive combustion aussitôt qu'on en approchait l'allumette enflammée.

en ébranlant les maisons, les émanations ont successivement passé de l'hydrogène carboné (probablement sec et presque pur), d'abord à l'acide carbonique froid, puis à l'hydrogène sulfuré accompagné d'une quantité considérable de vapeur d'eau chaude; c'est-à-dire, comme je vous le disais tout à l'heure, que les caractères physiques et chimiques se réunissent pour indiquer en ce point inférieur de la fissure une intensité éruptive croissante.

» Or ceci est une anomalie, puisque l'éruption a cessé et que le moment initial s'éloigne. Comment l'expliquer? Je ne puis l'attribuer qu'en recourant à l'hypothèse que je vous ai déjà soumise, savoir : que la lave nouvelle, au lieu de sortir au dehors en un point situé au-dessous des deux cratères qui avaient donné le premier courant, s'est précipitée dans les cavités de la grande coulée de 1794, aussitôt que la fissure de 1861 est venue buter contre elle. Ce fait, dont l'analogue s'observe à toutes les grandes éruptions, et que j'ai, en particulier, signalé sur une très-grande échelle en 1855, expliquerait à la fois le phénomène mécanique qui a soulevé la côte et détruit la ville, le phénomène physique du réchauffement que l'on observe encore et le phénomène chimique concomitant des variations dans la nature des émanations.

» Cette progression dans l'intensité des phénomènes chimiques s'arrêtera-t-elle à l'hydrogène sulfuré, ou les habitants de Torre del Greco sont-ils destinés à voir s'échapper des rochers de 1794 l'acide sulfureux ou même l'acide chlorhydrique à une température élevée? C'est ce que ne manqueront pas de constater les savants appelés par le gouvernement local à former une Commission permanente pour l'étude des phénomènes vésuviens.

» Pour moi, qui ne serai plus qu'un petit nombre de jours témoin de ces faits si curieux et si pleins d'intérêt, il me restera encore, pour remplir, aussi bien que j'aurai pu, la tâche que mes savants confrères ont bien voulu me confier, à vous parler de la nouvelle lave et de l'état actuel du cratère supérieur; enfin, de résumer en peu de mots le caractère général de cette éruption. »

BOTANIQUE, CRYPTOGAMIE. — *Présentation de la* Florula Gorgonea *et des deux premières décades de la neuvième Centurie de Plantes cellulaires; par* M. le Dr Montagne.

En faisant hommage à l'Académie de ces deux brochures, extraites des

Annales des Sciences naturelles, M. Montagne s'exprime ainsi : « La première contient une énumération systématique de toutes les plantes cryptogames recueillies en différents temps dans les îles du cap Vert par MM. Leprieur, Schmidt, Forbes, Vogel et principalement par M. Bolle, botaniste prussien distingué, qui a fructueusement visité ces îles à deux reprises différentes. Sur plus de cent espèces énumérées ou décrites dans cette florule d'un pays encore peu connu, je n'en ai eu à décrire que six nouvelles. Toutefois la collection du botaniste de Berlin m'a donné l'occasion de constater deux faits nouveaux, l'un d'organographie et l'autre de géographie botanique. En effet, on n'avait encore observé jusqu'à présent que le fruit tétrasporique d'une algue fort remarquable, le *Digenea simplex* d'Agardh; M. Bolle en a rapporté du cap Vert des exemplaires sur lesquels j'ai été mis à même de rencontrer tout à la fois des conceptacles mûrs et des anthérozoïdes terminant les rameaux.

» Le fait de géographie botanique consiste dans la découverte faite sur le littoral de l'île Saint-Nicolas d'une hépatique monotype bien curieuse, le *Cyathodium Cavernarum* Knuze, qui n'avait encore été recueillie qu'aux Antilles et dont j'ai donné une figure analytique complète dans ma cryptogamie de l'*Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba,* publiée par M. Ramon de la Sagra.

» La seconde brochure que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie se compose des deux premières décades de ma neuvième Centurie de Plantes cellulaires, et s'accompagne de deux planches, dont l'une est tirée en couleur. »

CHIRURGIE. — *Compte rendu des opérations de lithotritie pendant l'année* 1861; *par* M. le Dr CIVIALE.

« Le 28 janvier 1861 je présentai à l'Académie les résultats de mes opérations de lithotritie pendant l'année 1860.

» Ces faits pratiques, réunis à ceux dont j'avais déjà publié les détails, prouvent une fois de plus que cette manière de traiter les personnes attaquées de la pierre réussit parfaitement lorsqu'on observe les véritables principes de l'art et qu'on se renferme dans les limites raisonnables de son application. Ils paraissent aussi avoir exercé une heureuse influence sur l'esprit des praticiens, surtout en Angleterre. Plusieurs chirurgiens des plus renommés de ce pays, Sr P. Crampton, Sr B. Brodie et autres, ayant étudié d'une manière sérieuse l'art de broyer la pierre, furent bientôt en état de

l'appliquer avec sûreté dans leur pratique et ils ont réussi, comme tous ceux qui suivent les règles tracées pour cette opération.

» Il s'en est trouvé beaucoup d'autres qui ont voulu aussi appliquer cet art nouveau, mais sans études préalables et en se servant d'instruments imparfaits et de procédés défectueux. Ces chirurgiens ont été trompés dans les espérances qu'ils avaient conçues, et ce résultat ne saurait surprendre.

» La principale manœuvre de la lithotritie s'effectuant dans un organe profondément situé, les difficultés qui en sont inséparables, échappent presque inévitablement à l'observateur le plus attentif. Un opérateur, si habile qu'il soit, s'il n'a pour se guider dans la vessie que des aperçus théoriques et ce qu'il a observé en assistant à des opérations faites par d'autres chirurgiens, sera très-exposé à se méprendre sur ce qu'il convient de faire. Il n'est donc pas surprenant qu'en Angleterre, aussi bien qu'ailleurs, on n'ait pas obtenu de succès en procédant ainsi à l'aventure, et que par suite les chirurgiens se soient découragés et qu'ils soient revenus aux procédés de la taille auxquels la routine les avait habitués.

» Deux publications faites à Londres, il y a peu de temps, me paraissent propres à appuyer ces remarques et surtout à faire ressortir la manière dont chacun procède à l'opération.

» D'un côté Sr B. Brodie a communiqué à la Société médico-chirurgicale de Londres les détails de 115 opérations de lithotritie qu'il a pratiquées lui-même avec un grand succès.

» D'autre part, un relevé des malades attaqués de la pierre, et traités en Angleterre dans un espace d'un peu plus de trois ans, établit que sur 467 calculeux, on n'en a opéré que 35 par le broiement et qu'on en a sauvé 22 seulement.

» Le tableau de mes opérations en 1860, mis en regard de ces faits, a fixé très-sérieusement l'attention des chirurgiens anglais, dont plusieurs sont venus récemment à Paris chercher des instructions et des instruments pour la lithotritie.

» C'est surtout par les faits cliniques que sont résolues les questions qui nous occupent. Je demande donc à l'Académie la permission de mettre sous ses yeux les résultats nouveaux que j'ai obtenus pendant l'année qui vient de finir.

» Dans le cours de cette année, j'ai traité 66 malades qui étaient affectés de la pierre, 52 pour la première fois, et chez les 14 autres le calcul s'était reproduit à la suite de traitements antérieurs :

» 49 sont de ma pratique particulière;

» 17, dont 2 femmes, ont été traités à l'hôpital.

» C'est un de moins qu'en 1860, mais je n'ai pas compris dans cette liste 2 hommes qu'on avait opérés par la lithotritie dans un autre hôpital et qui n'étaient pas guéris. Ils ont été admis dans mon service, où leur position a été améliorée.

» 61 de ces malades ont été opérés :

» 51 par la lithotritie, l'opération a réussi dans 49 cas;

» 10 ont été taillés : 4 sont morts, 6 sont guéris;

» 5 n'ont pas été opérés parce que le calcul était trop gros et les organes avaient trop souffert. 2 de ces malades sont morts, 3 continuent de vivre.

» Ainsi tous ceux qui sont affectés de la pierre ne se présentent pas dans des conditions également favorables au traitement. 31 des plus heureusement placés, chez lesquels une petite pierre formait à elle seule toute la maladie, ont obtenu une guérison prompte et facile. Pour les calculeux de cette classe, la lithotritie a atteint une grande perfection : au double point de vue du diagnostic et du traitement, elle peut être présentée aujourd'hui comme l'un des procédés les mieux réglés de la chirurgie; on est certain du succès si l'opération est faite en temps utile.

» 35 des nouveaux opérés n'ont pas eu cette prudence. Ayant gardé la pierre trop longtemps, il s'était formé dans les organes des états morbides que tous les praticiens connaissent et qui agissent à des degrés divers sur l'exécution et le résultat de l'opération. Ces cas forment plusieurs catégories.

» La première comprend ceux, en grand nombre, dans lesquels la perversion de la sensibilité et les désordres fonctionnels des organes urinaires forment la complication principale. La lithotritie est généralement possible alors, facile même lorsque la pierre est petite; mais les organes déjà épuisés supportent difficilement la manœuvre, et le traitement exige des soins particuliers que j'ai fait connaître et auxquels on doit rapporter spécialement les résultats favorables qu'on obtient.

» Dans la deuxième catégorie on trouve une pierre dure et volumineuse dans un organe dont la capacité normale, souvent réduite, est déformée par des tumeurs nées de son col ou de sa face interne.

» La première et la principale difficulté porte alors sur le diagnostic; il ne s'agit pas ici de constater la lésion morbide, il faut en déterminer l'étendue et le développement avec d'autant plus de précision que, chez ces malades, un degré de plus ou un degré de moins, tant pour le volume de la pierre que pour la gravité de la complication, font que la nouvelle méthode

est encore possible ou qu'elle doit être écartée. Si elle est possible, l'application en est difficile, douloureuse, et quelques opérés sont soulagés et non entièrement guéris; ils conservent des troubles fonctionnels provenant de la lésion organique, ce qu'on observe du reste après toutes les méthodes de traitement.

» Lorsque la pierre est très-volumineuse, l'espace manque pour exécuter dans la vessie les mouvements nécessaires; la manœuvre devient incertaine, et l'opérateur n'a d'autre guide que ses sensations tactiles.

» La lithotritie ne doit être appliquée dans ces circonstances qu'avec une grande réserve. Voilà pourquoi j'ai soumis à la cystotomie à peu près le quart des calculeux qui ont réclamé mes soins. C'est en effet aujourd'hui la part qui est faite à chaque opération; les trois quarts des malades peuvent être utilement traités par la nouvelle méthode.

» 14 des malades dont je viens de présenter le tableau, avaient été attaqués de la pierre à des époques plus ou moins éloignées, et ils avaient été opérés soit par la taille, soit par le broiement.

» En ce qui concerne la formation des nouveaux calculs et les applications de la lithotritie, ces faits offrent un grand intérêt. Je me propose de les réunir plus tard et d'en présenter le résumé à l'Académie.

» 10 malades ont été opérés par la taille, les uns par nécessité, tout autre moyen se trouvant contre-indiqué, les autres par préférence. (Deux malades de l'hôpital ont été taillés dans une maison voisine, à cause d'une épidémie d'érysipèle qui existait alors dans nos salles.) On sait que les deux méthodes de traiter ceux qui souffrent de la pierre ont chacune leurs exigences propres. Ainsi des calculeux, chez lesquels la lithotritie est difficile ou impossible, deviennent des cas de choix pour la taille : les enfants, par exemple.

» 5 de mes opérés par la cystotomie avaient en même temps de grosses pierres et des tumeurs dans la vessie. Ces dernières sont plus gênantes pour la manœuvre de la lithotritie que pour la taille.

» Chez deux d'entre eux, le volume extraordinaire du calcul m'a obligé de recourir à l'ancienne opération. L'un, âgé de 70 ans, avait une pierre si grosse, qu'il eût été impossible de l'extraire si je n'avais pas réussi à la briser avec des tenettes.

» Chez le dernier j'aurais observé des difficultés semblables, sans l'emploi d'un casse-pierre spécial que j'ai fait construire pour ces éventualités.

» L'année dernière j'eus à signaler un de ces événements rares, dans lesquels des tumeurs, des kystes formés dans la cavité abdominale, contractent avec les parois de la vessie des adhérences telles, qu'il s'établit une commu-

nication entre la cavité de l'une et celles des autres. De là des corps de nature très-diverse trouvés dans la vessie, formant le noyau de calculs urinaires. J'eus donc à extraire de la vessie d'une femme une masse de cheveux, des osselets et des dents (1). Les détails de ce fait intéressant ont été publiés dans le *Bulletin de l'Académie de Médecine* (1860, p. 791).

» J'ai observé cette année à l'hôpital un cas moins rare, mais qui offre aussi de l'intérêt, surtout au point de vue de la lithotritie.

» Une jeune femme qui avait été traitée à l'Hôtel-Dieu fut reçue à l'hôpital Necker, présentant quelques signes ordinaires de la pierre : celle-ci fut en effet constatée, et quelques jours après je commençai le traitement.

» La première pierre, saisie avec un lithoclaste spécial, était peu volumineuse; j'en fis immédiatement l'extraction. Il suffisait de la voir pour reconnaître que cette femme l'avait introduite par l'urètre dans la cavité vésicale. Je ne tins pas compte de la supercherie, et j'ai retiré de la vessie de cette femme seize cailloux que je mets sous les yeux de l'Académie.

» L'extraction de plusieurs d'entre eux a été fort douloureuse, parce qu'ils s'étaient mal placés entre les branches de l'instrument; mais tous ont été saisis avec une facilité et une promptitude qui étonnaient les assistants. On ne pouvait pas trouver un fait qui mît plus en évidence les ressources de l'art nouveau pour saisir les corps étrangers dans la vessie.

» Les faits qui précèdent, réunis à ceux que j'ai recueillis en 1860, font un total de :

120 calculeux : 115 hommes, 5 femmes.

» 88 ont été opérés par la lithotritie : 3 sont morts, 79 sont guéris, 6 conservent des troubles fonctionnels qui ne dépendent ni de la pierre, ni de l'opération.

» 17 ont été opérés par la taille : 8 sont guéris, 2 conservent des fistules, 7 sont morts.

» 15 n'ont pas subi d'opération : 6 sont morts, 9 continuent de vivre. »

---

(1) L'histoire de ces productions, de leur développement, des adhérences qu'elles contractent avec les organes voisins, est pleine d'anomalies dont on se rend difficilement compte. On ne comprend pas davantage la présence, dans leurs cavités, des corps étrangers qu'on y découvre; mais ces faits sont constatés par les autopsies.

Les dents irrégulières et en quelque sorte contournées que j'ai extraites, ne ressemblent pas à celles qu'on aurait ramassées et introduites par l'urètre. Il en est de même des cheveux, qui semblent appartenir au fœtus, et des osselets, tellement irréguliers aussi, qu'on ne saurait dire à quelle série ils ont appartenu.

PHYSIQUE DU GLOBE ET ASTRONOMIE. — *Relations entre les variations du magnétisme terrestre et les variations météorologiques. — Figures de la grande comète de 1861 prises à Rome le 2 et le 4 juillet; figures faites au Chili dans le mois de juin; Lettre du* P. SECCHI *à* M. Élie de Beaumont.

« Dans ma dernière communication sur la connexion des variations du magnétisme terrestre avec les variations météorologiques, je disais que les conclusions tirées des observations de l'année 1860 se vérifiaient aussi pour l'année 1861. Les réductions n'étant pas alors encore finies, je ne pouvais donner les chiffres se rapportant à la direction des vents, qui est l'élément par lequel on peut mieux juger des modifications atmosphériques. Je viens maintenant combler cette lacune en y ajoutant des observations nouvelles.

» Le tableau suivant exprime le mouvement de l'intensité horizontale ou du bifilaire par rapport à la direction du vent dominant. J'ai aussi groupé ensemble dans cette année les positions basses avec le bifilaire descendant et les hautes avec l'ascendant, mais le sens du mouvement est bien plus caractéristique que l'état absolu de l'instrument. Pour les corrections de température, je me remets à ce que j'ai dit dans les autres communications :

Saisons.		Bifilaire bas ou descendant.				Bifilaire haut ou montant.			
1861	Vents.	E.	S.	O.	N.	E.	S.	O.	N.
Déc., janv., fév.	Jours.	3	19	7	7	4	8	3	39
Mars, avril, mai.		2	19	15	3	1	11	16	37
Juin, juillet, août.		1	24	12	2	1	6	17	27
Sept., oct., Nov.		2	26	8	3	1	6	10	34
	Somme.	8	88	42	15	7	31	46	137
Rapport au nombre total pour le même vent.		$\frac{8}{15}$	$\frac{88}{119}$	$\frac{42}{88}$	$\frac{15}{152}$	$\frac{7}{15}$	$\frac{31}{119}$	$\frac{46}{88}$	$\frac{137}{152}$
Le même en décimales.		0,53	0,74	0,48	0,09	0,47	0,38	0,52	0,84

» Ce tableau montre évidemment la prédominance du mouvement descendant avec le vent du sud qui est de 74 pour 100 fois que ce vent souffle, et du mouvement ascendant avec le vent du nord qui est de 84 pour 100. Les vents de l'est et de l'ouest sont des vents de transition qui se balancent presque également, en restant cependant un excès pour le vent de l'ouest pour faire monter l'instrument. Il ne reste donc plus de doute sur cette relation, et si elle a échappé aux observateurs, cela tient au mode de discussion

adopté par eux, qui n'était pas propre à la faire ressortir : en cela, on voit l'avantage des constructions graphiques. Si l'on voulait tenir compte de ce fait que les bourrasques atmosphériques retardent ordinairement d'un ou deux jours sur les dépressions magnétiques, il serait facile de grandir encore les rapports ci-dessus indiqués et de les réduire presque à l'unité, mais je n'ai pas voulu préjuger la discussion.

» Dans la même communication, j'ai exposé l'opinion que ces variations pourraient bien dériver de l'électricité de l'atmosphère qui, se déchargeant dans le sol et parcourant le globe pour rétablir l'équilibre des tensions dans les régions différentes, pouvait affecter les barreaux aimantés, et j'avais même fait remarquer que la position du bifilaire avait une relation très-étroite avec l'état atmosphérique de tension. La relation trouvée alors entre la période électrique diurne et le bifilaire a subsisté encore dans les deux mois suivants de novembre et décembre, après quoi le temps étant devenu très-mauvais, l'électricité atmosphérique n'a plus présenté des périodes régulières. Cependant il est remarquable que pendant les derniers jours de décembre les tensions étaient énormes et le bifilaire très-haut, et que les premières sont tombées considérablement avec l'état même du bifilaire toujours déprimé pendant le mois de janvier.

» Mais cette saison de mauvais temps a été très-avantageuse pour démontrer avec une évidence complète l'action de ces courants. Ayant obtenu du gouvernement, pour ces études, l'usage provisoire d'un tronc de fil télégraphique actuellement inactif entre Rome et Castel Gandolfo, dont la longueur est de 22 kilomètres et la direction presque exactement **S.-E.** par rapport à l'Observatoire, j'y ai introduit un galvanomètre de 500 tours bien isolé, et j'ai pu étudier les courants qui circulent dans ce fil à l'occasion des perturbations magnétiques, et pendant les orages. Ces courants sont connus depuis très-longtemps par les télégraphistes, et l'on sait même qu'ils sont très-énergiques pendant les perturbations magnétiques et les aurores boréales. Mais il était intéressant de voir si les phases et les changements de signes de ces courants s'accordaient exactement avec les mouvements magnétiques. Dans les fils télégraphiques, il y a toujours des courants dont la source est différente de celle que nous cherchions, mais ils sont faibles et ordinairement constants, et il est facile de reconnaître à leurs pulsations ceux qui sont dus à la communication entre le fil du télégraphe en activité et celui du galvanomètre par défaut d'isolement de la ligne; heureusement, ceux-ci sont très-rares.

» La présence des courants provenant des phénomènes atmosphériques

a été constatée plusieurs fois sur une petite échelle, mais le 15 courant on eut pour cette constatation une occasion très-favorable. Une perturbation magnétique eut lieu sans autre manifestation météorologique qu'un peu de nuages; pendant sa durée les courants étaient très-forts et permanents de 6 à 8° dans le galvanomètre, et les renversements successifs de leur direction coïncidaient jusqu'à la minute de temps avec les renversements de mouvement du bifilaire. Le soir du 21 nous avons eu un véritable orage avec pluie et tonnerre; indépendamment des fortes secousses galvanométriques qui, dans les moments des éclairs, projetaient l'aiguille, on observa des courants permanents, dont le sens était d'accord avec les mouvements du bifilaire; pour de petites et courtes variations on remarquait un peu de retard d'un instrument sur l'autre, mais pour des courants de 6 à 7° et d'une durée de 3 minutes ou 4, l'accord subsistait toujours. Le même fait a été observé dans l'orage du 27 au matin. Les renversements des courants sont ordinairement d'accord avec les variations de signe de l'électricité atmosphérique statique, mais non pas toujours, ce qui n'a rien de surprenant, vu que l'électromètre accuse l'action dans une sphère bien plus étroite que le fil télégraphique.

» Du reste, si la direction du courant s'accorde avec le signe du mouvement du bifilaire, l'intensité ne l'est pas toujours, et quelquefois on voit de faibles courants produire de grandes variations, et des très-grandes en produire de très-faibles. Cela tient sans doute à la décomposition du courant, et de sa force selon la direction du mouvement du bifilaire et du fil télégraphique. Les courants de l'est à l'ouest sont les plus influents, et ceux du sud au nord le sont très-peu. Mais si ceux-ci ne produisent pas des déviations angulaires dans cet instrument, ils sont sensibles aux autres, et de plus le bifilaire lui-même prend un mouvement oscillatoire en sens vertical, dont la cause avait été jusqu'ici problématique, et que ces dernières recherches mettent en plein jour. Ces vibrations sont plus fortes lorsque le courant se dirige du sud au nord et *vice versâ*, et lorsque la déviation est faible pour un courant galvanométrique assez fort; ainsi les changements très-rapides de composante verticale qui ne peuvent être accusés dans le magnétomètre à balance à cause de son inertie, peuvent être reconnus dans le bifilaire lui-même. Ces courants donnent aussi l'explication d'un fait très-important, et constaté par tous les observateurs, du changement brusque du coefficient dans le magnétomètre à balance, de sorte que pour les valeurs absolues ces indications sont d'un usage très-limité. Cela doit tenir à l'action désaimantante de ces courants, action d'autant plus efficace que par sa construction

l'instrument ne peut pas suivre la variation angulaire que le courant tend à lui imprimer. En effet, dans mes premiers essais, même en dehors des orages, les aiguilles du galvanomètre étaient continuellement dépolarisées, et pour en conclure quelque chose j'ai dû me réduire à employer une petite barre d'acier de lime très-dur de 3 millimètres de côté et 4 centimètres de longueur, et cependant à chaque bourrasque son axe magnétique se trouve changé de 8 à 10° dans un sens ou dans l'autre. On voit là une cause d'erreur dans les observations d'intensité relative et qu'il faut éliminer en déterminant le plus souvent possible la force absolue par la méthode de Gauss.

» D'après ces résultats, il me semble que l'existence dans la terre des courants d'origine météorologique devient un fait positif et qui servira à expliquer une foule de faits physiques (et peut-être même physiologiques). Il est sans doute étonnant de voir, ce qu'on était loin jadis de soupçonner, comment le globe est sillonné en tous sens par des courants électriques très-intenses, qui sont habituellement accusés par les instruments magnétiques, et que les fils télégraphiques révèlent encore mieux.

» Les variations diurnes de ces courants ont été étudiées par M. Lamont, et elles pourront conduire à des résultats très-intéressants. Je regrette que le fil à ma disposition ne soit pas convenablement orienté pour cette recherche délicate; mais j'ai constaté que dans les jours beaux et tranquilles il n'y a presque pas de courant circulant, ou tout au plus un courant très-faible mais qui se trouve passablement d'accord avec le mouvement du bifilaire; pour des courants si faibles il est difficile d'en assigner les sources, car elles ne surpassent pas un quart de degré; mais les courants se manifestent à la plus petite variation atmosphérique.

» J'espère pouvoir continuer ces recherches encore quelque temps, et peut-être cela mettra en plein jour la vérité de ce que j'ai avancé, que pour les variations magnétiques extraordinaires les causes météorologiques sont très-influentes.

» Permettez-moi ici d'ajouter deux mots sur la grande comète de juin 1860.

» M. Faye m'a fait l'honneur de prendre pour base de ses savantes théories mes dessins, et je l'en remercie; et comme il a exprimé le désir d'avoir quelque éclaircissement sur quelques points douteux de mon Mémoire, je viens donc bien volontiers le satisfaire. A la page 1029 des *Comptes rendus*, vol. LIII, il soupçonne que dix minutes de temps a été placé au lieu de une demi-heure, et il croit que le texte n'est pas d'accord avec le dessin. Je dois observer que le texte est exact, et un croquis grossier qui l'accom-

pagne dans le journal, place l'étoile polaire à l'intérieur de la longue queue; mais le dessin a été fait plus tard, et l'heure marquée dix et demie est celle à peu près où on le commença, et par conséquent il a été achevé plus tard; et alors la comète dont le mouvement apparent était très-rapide était sortie de sa place et ne couvrait plus l'étoile. Mais la petitesse de l'échelle ne peut donner un fondement sérieux à des discussions. Pour suppléer à cela j'envoie deux grands dessins qui représentent la comète le 2 et le 4 juillet. Le premier surtout pourra satisfaire au désir de M. Faye sur la position de l'angle obscur près de λ et κ Dragon qui ne peuvent pas bien se relever par la petitesse dans le dessin de mon *Mémoire*. Je prends cette occasion pour réunir aussi quelques dessins de la portion près de la tête de la comète, comme elle a été vue au Chili par le P. Cappelletti, qui me les a envoyés à ma demande. Il est singulier que la comète offrant une place obscure dans le milieu de sa queue jusqu'au 13 juin, il se manifesta alors un rayon lumineux assez vif, et qui dura jusqu'à sa disparition de l'hémisphère sud. La tête avait le noyau entouré d'une auréole à rayons. Enfin le 26 juin une grande excentricité se manifesta dans les deux branches. (Cette excentricité est semblable à celle qu'on observa dans la grande comète de juillet 1860 que je vis à Madrid.) Dans mon dessin du 4 juillet, il y a un espace sensiblement moins clair que le reste dans la grande queue, cela est sûr. Il reste seulement à avertir que la longueur de la queue plus longue ne rentre pas toute dans les dimensions du papier. Notre dessin, publié dans le Mémoire, étant fait sur la planche de M. Dien, j'ai retenu la position des lignes du colure, et je crois que la correction suggérée par M. Faye se rapporte à son dessin et non pas au mien. (Voir le *Compte rendu*, loc. cit., page 1032, en note.) Il est très-remarquable que le grand rayon central n'a pas été figuré dans l'autre dessin qui nous est venu du Sud; et cependant j'en ai le témoignage d'un autre observateur indépendant du P. Cappelletti. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur l'inclinaison magnétique à l'observatoire de Toulouse; par* M. PETIT.

« Je remarquais en 1856 un arrêt singulier ou même un changement de signe dans la diminution annuelle de l'inclinaison magnétique à Toulouse, diminution que je trouve égale, en moyenne, par une série de quatorze

années, à 5′,46. Cette anomalie, due peut-être à l'établissement du chemin de fer et de la gare dans le voisinage (500 à 600 mètres) de l'observatoire, paraît s'être maintenue jusque vers la fin de 1858. Mais depuis lors la diminution progressive de l'inclinaison a repris son cours; et comme le phénomène n'a pas, que je sache, été signalé ailleurs, j'ai pensé que mes observations de Toulouse, quoique privées du surcroît d'intérêt qu'elles auraient puisé dans la détermination des variations diurnes ou mensuelles, dont jusqu'ici, faute d'un personnel et d'instruments convenables, il ne m'a pas été possible de m'occuper, offriront peut-être un jour quelque utilité pour la théorie générale du magnétisme terrestre. Aussi n'ai-je pas hésité à entreprendre à la fin de 1861 et au commencement de 1862 un très-grand nombre de déterminations nouvelles, afin de savoir si les masses considérables de fer qui ont été introduites dernièrement dans les constructions exercent une influence sensible sur le pavillon magnétique situé à 56 mètres *sud* de la salle méridienne.

» A la suite des infiltrations pluviales qui altéraient avec une effrayante rapidité les fermes de charpente et tous les bois des terrasses, j'ai dû me résoudre, en effet, à laisser remplacer ces terrasses par un toit en fer dont la construction, commencée en 1859, n'a été terminée, malgré mes efforts, par suite de difficultés administratives, que vers la fin de 1861. Or, en rapprochant les divers résultats obtenus, pour l'inclinaison, à la fin de 1861 et au commencement de 1862, il semble permis de conclure que l'action des fers est peu considérable; qu'elle diminue tout au plus l'inclinaison magnétique de 5 à 6′, puisqu'à 240 mètres de l'observatoire, c'est-à-dire en un point où l'action des terrasses peut-être supposée nulle, l'inclinaison du 26 décembre et du 25 janvier surpasse de 5′ environ l'inclinaison obtenue ces jours-là dans le cabinet magnétique. Encore est-il bon de remarquer, au sujet des résultats trouvés le 5 janvier, que le maximum de l'inclinaison magnétique ayant lieu généralement vers le matin, tandis que le minimum arrive au contraire vers deux heures de l'après-midi, la différence 5′,1 devrait être diminuée de *une* à *deux* minutes, valeur ordinaire de l'oscillation diurne à Paris; ce qui tendrait à réduire d'autant la part d'influence imputable aux fers de l'observatoire sur l'inclinaison. Il est vrai que l'effet est inverse dans les résultats du 26 décembre. Mais, quoi qu'il en soit, on peut conclure que, même en prenant pour la valeur de l'inclinaison, au commencement de 1862, la moyenne 62° 19′,36 donnée par l'ensemble de toutes les observations de la fin de décembre et du commencement de jan-

vier, au lieu de prendre la moyenne 62° 21',75 des valeurs trouvées hors de l'action des fers, on a une inclinaison un peu trop faible, et par conséquent une valeur trop grande de la diminution annuelle fournie par les observations de 1858 rapprochées de celles de 1861 et 1862. Cette diminution annuelle, pour la période recommencée en 1858, serait donc, au maximum, égale à $\frac{33',97 - 19',37}{3}$ ou à 4',87, valeur inférieure à celle (5',48) donnée par la période 1842 à 1855; d'où résulterait une probabilité nouvelle en faveur de la remarque relative à l'arrêt ou à la rétrogradation observés de 1856 à 1858, après lesquels le mouvement progressif partant de zéro ne devrait recommencer en effet à se manifester que par une marche assez lente et croissant graduellement.

» Jusqu'à quel point est-il permis de compter sur des observations sujettes à tant de causes perturbatrices inconnues, alors surtout que ces observations sont faites, comme celles de Toulouse, par un observateur seul et privé des moyens de contrôle que lui fourniraient le personnel et les instruments appliqués à la mesure des oscillations diurnes? Poser une telle question, c'est dire que je donne ici sous toutes réserves les diverses conclusions énoncées plus haut; et pour revenir, en terminant, à l'objet que j'avais plus spécialement en vue quand je commençai mes dernières expériences sur l'inclinaison magnétique, je ferai remarquer cette particularité, qui serait très-curieuse si réellement le fer des terrasses produit dans le pavillon magnétique une diminution de 5' sur l'inclinaison, que le 26 décembre et le 7 janvier, à 28 mètres nord du pavillon, beaucoup plus près par conséquent des masses perturbatrices, l'inclinaison est sensiblement la même que dans le pavillon. L'identité des effets dus aux terrasses dans les deux cas résulterait-elle d'une compensation entre l'accroissement des forces magnétiques à de moindres distances et un affaiblissement d'action provenant du changement d'inclinaison de ces forces sur l'axe de l'aiguille? On peut l'admettre avec quelque probabilité, ce me semble, à moins que, jusqu'à nouvelle vérification, on ne préfère mettre sur le compte des erreurs d'observation les différences de 5' trouvées le 26 décembre et le 5 janvier, entre la station du pavillon magnétique et celle située à 240 mètres E.-S.-E. des fers qui recouvrent l'observatoire. Voici du reste, à partir de 1856, la série des déterminations sur lesquelles reposent les conclusions précédentes :

			Inclinaison.	
	h m	h m h m	° '	
13 nov. 1856...	1.30 du s.	(de 11.30 à 3.30)...	62.28,5	
14 nov. 1856...	8.45 du m.	(de 8 à 9.30)...	62.31,4	
1er janv. 1857...	3.15 du s.	(de 2 à 4.30)...	62,28,2	
2 janv. 1857...	10.20 du m.	(de 9.20 à 11.20)...	62.27,4	
2 mars 1857...	9.37 du m.	(de 8.15 à 11)...	62.27,3	
29 août 1857...	3.30 du s.	(de 2 à 5)...	62.30,0	
31 août 1857...	8.30 du m.	(de 7 à 10)...	62.29,0	
15 déc. 1857...	8.45 du m.	(de 7.45 à 9.45)...	62.28,5	En plein vent, à 165 mètres vers l'Est du pavillon magnétique.
16 déc. 1857...	9.15 du m.	(de 8.15 à 10.15)...	62.35,3	
23 déc. 1857...	10.30 du m.	(de 9.30 à 11.30)...	62.33,8	En plein vent à la même station que le 15 décembre.
24 déc. 1857...	10.35 du m.	(de 9.30 à 11.40)...	62.33,0	
2 sept. 1858...	10.45 du m.	(de 10 à 11.30)...	62.35,2	} Moyenne = 62.33,97
4 sept. 1858...	8.45 du m.	(de 8 à 9.30)...	62.32,8	}
5 sept. 1858...	3.15 du s.	(de 2.30 à 4)...	62.33,9	}
25 déc. 1861...	6 du s.	(de 4.30 à 7.30)...	62.19,6	
26 déc. 1861...	9.5 du m.	(de 8 à 10.10)...	62.20,2	
26 déc. 1861...	0.20 du s.	(de 11.30 à 1.10)...	62.25,8	En plein champ, à 240 mètres E.-S.-E. des terrasses.
26 déc. 1861...	4.45 du s.	(de 4 à 5.30)...	62.19,6	A 28m,5 nord du pavillon magnétique.
5 janv. 1862...	10 du m.	(de 9.15 à 10.45)...	62.17,7	En plein champ, à 240 mètres E.-S.-E. des terrasses.
5 janv. 1862...	0.30 du s.	(de 11.45 à 1.15)...	62.12,6	
7 janv. 1862...	10.45 du m.	(de 10 à 11.30)...	62.18,8	
7 janv. 1862...	1.15 du s.	(de 0.30 à 2)...	62.20,6	A 28m,5 nord du pavillon magnétique.

» Les angles sont comptés, il est à peine nécessaire d'en faire la remarque, à partir de l'horizon. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur la variation annuelle de la déclinaison magnétique à l'observatoire de Toulouse ; par* **M. Petit**.

« L'année 1856 sembla présenter, pour la déclinaison magnétique, une anomalie analogue à celle qu'offrait l'inclinaison. Car après avoir diminué, de 1846 à 1855, depuis 20° 5',5 jusqu'à 19° 3',4, elle redevint, au mois de novembre 1856, égale à 19°10',2, pour reprendre, à partir de cette époque, une marche décroissante. Mais comme à Paris la variation diurne donne un maximum entre 1 et 2 heures de l'après-midi, tandis que le minimum se manifeste vers 8h 15m du matin; comme d'ailleurs l'amplitude moyenne, en novembre, est égale à 9' environ et peut même atteindre 15' ou 16', il paraît évident que l'anomalie doit provenir, au moins en très-grande partie, de cette variation. La même cause expliquerait les valeurs plus fortes trouvées en 1861, le 24 et 26 décembre, de 1 à 2 heures du soir, ainsi que les

différences, inverses l'une de l'autre, qui correspondent aux deux stations du 25 et du 26 décembre 1861, c'est-à-dire au pavillon magnétique et à l'emplacement en plein champ 240 mètres E.-S.-E de l'observatoire. Quant aux autres différences, elles ne présentent pas des caractères assez tranchés pour permettre de conclure avec assurance que les fers des terrasses exercent, dans le cas actuel, une action sensible sur le pavillon magnétique; et l'ensemble des nombres ci-dessous conduit à penser qu'à 56 mètres sud de la salle méridienne, ces fers sont à peu près sans influence sur la déclinaison dont la diminution moyenne annuelle se trouverait, par conséquent, d'après la série suivante, égale à 7′ environ ou plus exactement :

Par les observations de 1857 et de 1861-1862 à $\frac{18^\circ 48',81 - 18^\circ 22',12}{4} = 6',67$,

Par les observations de 1855 et de 1861-1862 à $\frac{19^\circ 3',40 - 18^\circ 22',12}{6} = 6,88$,

valeurs d'autant plus probables qu'on obtient presque identiquement les mêmes nombres, soit par la déclinaison 20° 5′,5 de 1846 comparée à celle 19° 3′,4 de 1855, la différence (1° 2′,1) donnant, pour l'intervalle de neuf ans, une diminution annuelle moyenne égale à 6′,90, soit par la période totale des quinze années écoulées de 1846 à 1861 qui fournissent le résultat $\frac{20^\circ 5',50 - 18^\circ 22',12}{15} = 6',89$.

Déclinaisons magnétiques (du nord vers l'ouest) depuis 1855.

	h m	h m h m	Déclinaison. ° ′	
22 août 1845...	10.30 du m.	(de 9.30 à 11.30)........	19. 6,6	Moyenne = 19° 3′,40.
30 août 1855...	9.00 du m.	(de 8.00 à 10.00)........	19. 1,8	
3 sept. 1855...	9.15 du m.	(de 8.30 à 10.00)........	19. 1,8	
19 nov. 1856...	0.30 du s.	(de 0.00 à 1.00)........	19.10,2	
10 déc. 1857...	10.40 du m.	(de 10.00 à 11.20)........	18.57,4	
11 déc. 1857...	9.30 du m.	(de 9.00 à 10.00)........	18.46,0	
11 déc. 1857...	0.15 du s.	(de 0.00 à 0.30)........	18.55,7	
11 déc. 1857...	3.00 du s.	(de 2.30 à 3.30)........	18.51,5	Dans le jardin, à 10 mètres Est du pavillon magnétique.
11 déc. 1857...	3.45 du s	(de 3.30 à 4.00)........	18.46,2	
12 déc. 1857...	10.00 du m.	(de 9.00 à 11.00)........	18.42,2	
12 déc. 1857...	0.15 du s.	(de 0.00 à 0.30)........	18.50,7	
12 déc. 1857...	2.25 du s.	(de 2.00 à 2.50)........	18.43,2	Dans le jardin, à 10 mètres Est du pavillon magnétique.
12 déc. 1857...	3.30 du s.	(de 3.00 à 4.00)........	19. 2,5	Dans le jardin, à 10 mètres Ouest du pavillon magnétique.

	h m	h m h m	Déclinaison. ° ′	
12 déc. 1857...	4.45 du s.	(de 4.30 à 5.00)...	18.43,7	A 4 mètres Sud du pavillon magnétique.
14 déc. 1857...	10.45 du m.	(de 10.15 à 11.15)...	18.43,8	
14 déc. 1857...	1.50 du s.	(de 1.00 à 2.40)...	18.47,1	Dans la campagne à 165 mètres vers l'Est du pavillon magnétique.
16 déc. 1857...	2.55 du s.	(de 2.20 à 3.30)...	18.43,6	Dans la campagne à 165 mètres vers l'Est.
16 déc. 1857...	4.30 du s.	(de 3.45 à 5.15)...	18.48,3	
31 août 1858...	9.30 du m.	(de 9.00 à 10.00)...	18.43,4	
1er sept. 1858...	7.10 du m.	(de 6.30 à 7.50)...	18.40,6	
24 déc. 1861...	1.45 du s.	(de 1.00 à 2.30)...	18.27,1	
24 déc. 1861...	3.30 du s.	(de 2.45 à 4.15)...	18.20,0	A 28m,5 au Nord du pavillon magnétique.
25 déc. 1861...	10.00 du m.	(de 9.45 à 10.15) fort vent du S.-E.	18.15,9	En plein vent, à 240 mètres E.-S.-E. de l'observatoire; le vent fait trembler l'instrument.
25 déc. 1861 ..	10.30 du m.	(de 10.15 à 10.45)...	18.17,5	
26 déc. 1861...	2.10 du s.	(de 1.30 à 2.50)...	18.30,7	En plein champ, à 240 mètres E.-S.-E.
26 déc. 1861...	3.30 du s.	(de 3.00 à 4.00)...	18.20,3	A 8 mètres Nord du pavillon magnétique.
2 janv. 1862...	1.30 du s.	(de 1.00 à 2.00)...	18.27,9	
2 janv. 1862...	2.25 du s.	(de 2.00 à 2.50)...	18.29,7	A 15m,5 Nord du pavillon magnétique.
4 janv. 1862...	8.25 du m.	(de 8.00 à 8.50)...	18.24,6	
4 janv. 1862...	9.10 du m.	(de 8.50 à 9.30) fort vent d'Ouest.	18.15,5	En plein vent, à 15m,5 du pavillon magnétique. Le vent fait trembler l'instrument.
8 janv. 1862...	9.45 du m.	(de 9.15 à 10.15)...	18.19,4	Dans la campagne, à 240 mètres E.-S.-E.
8 janv. 1862...	11.00 du m.	(de 10.30 à 11.30)...	18.16,9	A 6 mètres Nord du pavillon magnétique. »

M. **Eudes Deslongchamps** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de sa traduction du Mémoire de *M. Owen* sur le Gorille (*Troglodytes gorilla*).

RAPPORTS.

CHIMIE AGRICOLE. — *Rapport sur un Mémoire de* **M. Albert Le Play**, *relatif à l'origine de la chaux qui se trouve dans les plantes cultivées sur les terrains primitifs du Limousin.*

(Commissaires, MM. Boussingault, Daubrée, Dumas rapporteur.)

« Le temps n'est plus où la chimie ignorait encore si les éléments qu'elle rencontrait dans les tissus des plantes et des animaux étaient assimilés ou

produits par les forces de la vie. Aujourd'hui, on sait qu'à la manière des actions chimiques ordinaires, celles qui se passent dans les organes des êtres vivants ne créent ni ne détruisent rien.

» Une équation est donc toujours non-seulement possible, mais nécessaire entre les matériaux que les plantes cultivées nous offrent dans leur composition et ceux que le sol, les eaux ou l'air leur ont fournis.

» Or, lorsque l'on constate dans les plantes cultivées sur des terrains primitifs la présence de la silice ou de la potasse, il n'est point difficile d'en trouver l'origine : les produits de la décomposition du feldspath en rendent un compte suffisant. Mais, s'agit-il des chlorures, des phosphates, de la chaux, l'étude devient plus intéressante et moins facile, ces divers corps ne se montrant pas toujours comme éléments habituels des espèces minérales dont l'association constitue les terrains primitifs.

» M. Albert Le Play, dès le début d'une carrière scientifique qui s'ouvre sous d'heureux auspices, a été appelé à étudier cette question sur des propriétés que sa famille possède aux environs de Limoges.

» Tous les ans les produits exportés sous diverses formes enlèvent au sol de ces propriétés des quantités de chaux importantes. Néanmoins l'analyse chimique n'en indique point ni dans le sol arable, ni dans le sous-sol. Circonstance plus digne de remarque encore, les amendements calcaires que la nature du sol avait si clairement indiqués comme devant être employés, sont demeurés sans effet et n'ont changé en rien l'importance des récoltes ou le caractère de la végétation, quand on les a répandus sur les terres.

» M. Albert Le Play, se livrant à une étude minéralogique exacte de la composition des terrains sur lesquels repose le domaine de Ligoure, le trouve constitué par un grand massif de gneiss, avec filons de granite, de pegmatite et d'anorthose, recouvert d'un tuf gneissique épais de quelques mètres, à la surface duquel se trouve la terre végétale elle-même.

» Des analyses chimiques nombreuses, bien dirigées et d'une exactitude convenable à l'objet que l'auteur avait en vue, montrent que la chaux contenue dans les plantes est empruntée au tuf placé sous la terre arable. En effet, ce tuf contient 14 dix-millièmes de chaux ; il peut en perdre la moitié assez rapidement, en deux ans par exemple, par son exposition à l'air et à la pluie ; la terre arable placée au-dessus de lui n'en renferme pas.

» Le tuf gneissique contient donc du carbonate de chaux. Pénétré par l'eau de pluie, celle-ci le dissout, à la faveur de l'acide carbonique qu'elle renferme.

» L'eau ainsi chargée de chaux vient alimenter les plantes qui recouvrent le sol, soit qu'elle s'élève jusqu'à leurs racines par l'effet de la capillarité, soit que, réunie en suintements et ruisseaux, elle vienne arroser des terres cultivées placées plus bas.

» Ainsi se trouve résolu, par une suite de faits faciles à constater et de raisonnements certains, un problème dont les conditions auraient paru en d'autres temps favorables et presque décisifs en faveur de l'opinion qui attribuait aux plantes le pouvoir de créer des matières minérales par les seules forces de la végétation.

» Une terre végétale privée de chaux peut donc fournir indéfiniment, par le seul concours des eaux pluviales, des récoltes qui en contiennent, pourvu, comme c'est ici le cas, qu'elle se trouve assise sur un dépôt perméable, épais et contenant lui-même des quantités notables de calcaire assimilable.

» Lorsqu'il s'agit de déterminer quels amendements sont nécessaires à une exploitation agricole, il ne suffit donc pas d'analyser la terre végétale ou le sous-sol, il faut encore se rendre compte des emprunts que la végétation peut effectuer aux terrains perméables profonds. L'intéressante étude à laquelle M. Albert Le Play s'est livré démontre, en effet, que l'eau peut aller chercher bien au-dessous du sol arable certains éléments et les apporter aux plantes, qui à leur tour les font disparaître du sol cultivé; de telle sorte que ces éléments, qui restent si les plantes les fixent dans leur tissu ou qui sont entraînés si la végétation ne les retient pas, peuvent manquer en apparence dans une terre arable où les récoltes les ont néanmoins trouvés en quantité suffisante.

» Le Mémoire de M. Albert Le Play prouve que son auteur possède des connaissances très-précises en agriculture, et qu'il sait mettre à profit pour l'étude exacte des phénomènes compliqués auxquels toute exploitation rurale donne lieu, des connaissances non moins précises en géologie et en chimie pratique. Le jeune auteur, dès son début, entre, il est facile de le voir, dans une voie qui ouvre devant lui un horizon étendu. Il est très-capable de la parcourir avec succès, et il y trouvera à la fois l'heureux emploi d'une forte préparation scientifique et l'occasion de rendre à son pays d'utiles services en montrant, par exemple, quelle est l'origine des phosphates si nécessaires à toute végétation, et dont la source est encore si souvent obscure et problématique aussi pour les terrains dont il s'est occupé.

» Votre Commission, voulant prouver au jeune auteur l'intérêt qu'elle porte à toute question d'économie agricole bien posée et bien résolue, et le

désir qu'elle a de le voir continuer des travaux si bien commencés, a l'honneur de proposer à l'Académie de décider que son Mémoire sera admis à faire partie du Recueil des *Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

A la suite de ce Rapport, *M. Chevreul* rappelle un travail remarquable présenté il y a près de vingt-cinq ans à l'Académie sur la composition chimique des terres arables dans certaines localités.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Deuxième Rapport de la Commission des Alcoomètres, composée de* **MM. Chevreul, Despretz, Fremy, Pouillet** rapporteur.

« M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics a fait à l'Académie l'honneur de lui adresser les deux Lettres dont nous rapportons ici les extraits :

« Paris, le 29 octobre 1861.

» Monsieur, vous m'avez fait l'honneur de me transmettre le Rapport, » approuvé par l'Académie des Sciences, de la Commission qu'elle avait » chargée de l'examen de la question relative à la réglementation des alcoo- » mètres.

» En vous remerciant de cet envoi, je vous prie, Monsieur, de me per- » mettre de vous communiquer une observation : J'ai remarqué que le Rap- » port ne mentionne en aucune manière, les nouveaux systèmes qui ont » été proposés par MM. Baudin, de Paris, et Thomas, de Rouen, comme » devant avoir pour effet de remédier aux inconvénients de l'alcoomètre » centésimal, aujourd'hui employé.

» M. Baudin, dans une nouvelle Lettre que j'ai l'honneur de vous trans- » mettre ci-jointe, insiste pour le remplacement de ce dernier appareil, et » propose d'en confectionner un autre présentant tous les avantages dési- » rables.

» Je serais reconnaissant à l'Académie des Sciences de me mettre à même » de répondre, en connaissance de cause, non-seulement à MM. Baudin et » Thomas, mais encore à M. le Ministre des Finances qui a exprimé le » désir de connaître le résultat de l'examen des propositions de ces deux » inventeurs. »

« Paris, le 11 décembre 1861.

» Monsieur, j'ai l'honneur de vous communiquer, pour être joint au » dossier relatif aux alcoomètres, deux exemplaires d'une brochure publiée

» par M. Collardeau, ayant pour but la réglementation de ces instruments.

» Je vous serai très-obligé de vouloir bien remettre ces documents à la » Commission chargée de continuer l'examen de cette question. »

» M. le Président de l'Académie, en nous chargeant de préparer une réponse aux questions indiquées par M. le Ministre, avait exprimé le vœu que la Commission pût s'en occuper immédiatement; mais la séance publique de la fin de l'année, avec tous ses travaux préparatoires sur les prix à décerner ou à proposer, n'a pas permis à la Commission de se réunir avant le mois de janvier. Tel est le motif de la lenteur apparente avec laquelle nous avons rempli la mission qui nous était confiée.

» Dans notre premier Rapport du 7 octobre 1861 (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LIII), nous n'avons en effet examiné que deux questions générales :

» 1° Celle de savoir si l'alcoomètre centésimal repose sur des bases solides et incontestables;

» 2° Celle de savoir si cet instrument doit être soumis à la vérification légale et assimilé aux poids et mesures.

» Nous avons répondu affirmativement sur la première question et négativement sur la seconde.

» En même temps nous avions cru devoir éviter avec soin toutes les questions particulières qui se rattachent soit à la construction des alcoomètres, soit aux fabricants de ces sortes d'instruments. Cette réserve nous avait paru nécessaire et l'Académie l'a approuvée, du moins implicitement, en approuvant le Rapport de la Commission.

» Aujourd'hui, d'après les Lettres de M. le Ministre, nous devons entrer dans quelques détails, et nous le ferons en restant fidèles au même principe, c'est-à-dire en nous bornant strictement aux questions et aux personnes que ces Lettres désignent à l'Académie, savoir : M. Thomas, de Rouen; M. Baudin, constructeur d'instruments de physique, à Paris; M. Collardeau, constructeur d'instruments de précision, à Paris.

M. Thomas, de Rouen.

» M. Thomas a eu l'idée que la densité des mélanges alcooliques pourrait peut-être se déterminer, avec une approximation suffisante, en y employant les bonnes balances à bascule qui sont maintenant à l'usage du commerce, et en opérant sur des fûts d'une assez grande capacité. Il s'est livré à quelques expériences avec le concours bienveillant de la Commission représentative du commerce des vins et spiritueux de la ville de Rouen, et

les résultats en ont été satisfaisants. Rien n'est plus simple, en opérant sur de grandes masses, par exemple sur des fûts de plusieurs hectolitres, successivement remplis d'eau pure et d'un mélange alcoolique, on est plus à l'abri des variations de température; mais pour réussir, il y a une condition : il faut que la bascule soit assez sensible; si, étant chargée de 500 kilogrammes, elle n'accuse très-nettement qu'une surcharge de 50 grammes, elle pèse à 1 dix-millième et doit être assimilée à une balance de laboratoire qui, étant chargée de 1 kilogramme, serait assez mauvaise pour ne pencher que par l'addition de 1 décigramme : si elle accusait une charge de 5 grammes, elle pèserait à 1 cent-millième, alors elle serait comme une balance de laboratoire, chargée de 1 kilogramme, qui ne pencherait que par l'addition de 1 centigramme.

» Or tout le monde sait que les balances de laboratoire, chargées de 1 kilogramme, sont sensibles, non pas à 1 décigramme ou à 1 centigramme, mais à 1 milligramme, c'est-à-dire qu'elles peuvent peser aisément à 1 millionième, tandis que les bascules, en général, sont loin d'atteindre à cette sensibilité proportionnelle.

» On comprend donc que, pour trouver par des pesées la densité d'un mélange alcoolique, il n'y a aucune raison de donner la préférence au procédé de M. Thomas; cependant il n'y a pas de raison non plus pour le rejeter absolument, puisque dans certains cas il peut avoir son utilité : c'est ce qui arriverait, par exemple, si l'on était obligé de choisir entre d'excellentes bascules et de mauvaises balances.

» M. Thomas avait reconnu combien il est indispensable d'avoir une méthode assurée pour juger si un alcoomètre est exact ou inexact, et il avait très-bien compris qu'il n'y a pas de méthode plus infaillible que celle qui consiste à observer les degrés que marque l'instrument quand on le plonge successivement dans divers liquides dont on a déterminé les poids spécifiques par des pesées directes. Mais l'élément essentiel d'une telle vérification est la connaissance précise de la densité des mélanges alcooliques qui correspondent à chacun des 100 degrés de l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac. Cet élément faisait défaut, et c'est à bon droit que, dans une Lettre qui a été transmise à l'Académie par M. le Ministre de l'Agriculture, le 18 juillet dernier, la Chambre de Commerce de Rouen, s'associant au vœu de M. Thomas, exprime des regrets sur cette lacune de la loi de 1824.

» Aujourd'hui cette lacune est comblée, aucun doute ne peut désormais s'élever sur l'exactitude de la densité des mélanges alcooliques qui correspondent aux divers degrés de l'alcoomètre centésimal; c'est ce que nous

avons fait connaître à M. le Ministre dans notre précédent Rapport et ce qui est expliqué plus en détail dans le Mémoire de l'un de nous (M. Pouillet) présenté à l'Académie le 16 mai 1859 et publié dans le tome XXX de la Collection des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*

» En consultant ces Tables de Correspondance, une personne quelconque, pourvu qu'elle sache prendre correctement une densité par des pesées, peut vérifier si un alcoomètre est bon ou mauvais, soit que la vérification doive s'étendre à l'échelle entière, ou seulement à des points déterminés de cette échelle.

» M. Thomas ne conteste rien sur ces vérités fondamentales, il déclare les accepter sans aucune restriction; sa demande, nous a-t-il dit, se réduit à faire des vœux pour que l'échelle de l'alcoomètre soit double, c'est-à-dire qu'à côté de chaque degré centésimal se trouve écrit le poids de 1 litre du mélange alcoolique correspondant. Ceci est un détail auquel la Commission ne peut pas attacher d'importance; la seule chose qui nous paraisse véritablement importante, c'est que les Tables de Correspondance, dont nous venons de parler, entre chaque degré centésimal de l'alcoomètre et la densité du mélange alcoolique correspondant, reçoivent une publicité suffisante pour les besoins de l'industrie, et qu'on les dispose sous les formes les plus convenables pour en rendre la pratique usuelle et commode, soit qu'on les publie séparément, soit qu'elles deviennent un complément additionnel à l'Instruction de Gay-Lussac.

M. Baudin.

» La proposition de M. Baudin, qui a été transmise à l'Académie avec la Lettre ministérielle du 29 octobre 1861 rapportée plus haut, est formulée en ces termes :

« Je propose donc à Votre Excellence de refondre entièrement l'alcoo-
» mètre en donnant le chiffre de sa densité et de lui accoler le densimètre
» comme moyen de contrôle. »

» La Commission, après avoir entendu les explications qu'il était nécessaire de demander à M. Baudin, est arrivée à conclure que M. Baudin propose simplement de construire de bons alcoomètres étalons et de bons alcoomètres ordinaires.

» M. Baudin parlait aussi, dans sa Lettre à M. le Ministre du Commerce, d'un autre instrument qu'il nomme *thermodilatomètre;* mais, après quelques observations qui lui ont été faites dans le sein de la Commission, il n'a pas insisté pour mettre cet instrument en parallèle avec l'alcoomètre.

M. Collardeau.

» Des trois brochures imprimées de M. Collardeau qui accompagnent la Lettre ministérielle du 11 décembre 1861, rappelée plus haut :

» La première n'a qu'un rapport indirect avec l'alcoomètre, car elle s'occupe du pèse-sirop de Baumé, et confirme ce fait, d'ailleurs très-notoire, qu'il s'élève parfois sur ce sujet des contestations entre le vendeur et l'acheteur ;

» La deuxième s'adresse personnellement à M. Pouillet : elle manifeste, par son titre et par son contenu, l'intention d'être injurieuse ; M. Pouillet n'a pas cru devoir y répondre ;

» La troisième est un examen critique du précédent Rapport de la Commission, et la Commission n'y trouve rien dont il lui soit possible de tenir compte.

» Elle regrette de n'avoir à faire dans son présent Rapport qu'une telle mention des pièces de M. Collardeau.

» Tel est le projet de réponse que nous venons, à l'unanimité, soumettre à l'approbation de l'Académie. »

Ce Rapport est mis aux voix et adopté.

NOMINATIONS.

L'Académie procède par la voie du scrutin à la nomination de la Commission qui sera chargée de l'examen des pièces admises au concours pour le prix de Statistique.

MM. Bienaymé, Dupin, Mathieu, Passy et Boussingault réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède ensuite, également par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission chargée de décerner, s'il y a lieu, le grand prix de Sciences Physiques pour 1862 (Étude des hybrides végétaux au point de vue de la fécondité et de la persistance des caractères).

MM. Brongniart, Moquin-Tandon, Decaisne, Tulasne et Duchartre obtiennent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur la structure du globe terrestre; par* **M. H. de Villeneuve-Flayosc.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Élie de Beaumont, d'Archiac, Ch. Sainte-Claire-Deville.)

« Dans le Mémoire présenté à l'Académie, le 27 janvier dernier, nous avons succinctement énoncé les résultats généraux de nos recherches sur la structure du globe terrestre; nous éclaircissons aujourd'hui notre exposé par de nouveaux exemples.

» Observons d'abord qu'il n'existe point d'antagonisme et qu'il y a au contraire concordance entre notre loi de symétrie dans les longueurs de lignes géographiques et le principe du retour périodique des mêmes directions dans les divisions de la croûte terrestre. La symétrie des longueurs et celle des directions doivent nécessairement exister simultanément comme conséquences l'une de l'autre : ou il faut les admettre toutes deux ou les réfuter ensemble.

» Décomposons par la pensée un polyèdre symétrique en angles trièdres, dans chaque angle trièdre vous trouverez la proportionnalité entre les sinus des angles dièdres et les sinus des angles plans opposés aux angles dièdres. Les angles plans deviennent les arcs de grands cercles sur la sphère terrestre. Les valeurs des arcs seront égales entre elles dès qu'ils seront opposés aux angles dièdres égaux; cela va jusqu'à cette extrême conséquence que, si l'on se donne les trois angles dièdres, les trois angles plans ou les trois arcs sphériques seront déterminés.

» En d'autres termes, la symétrie des arcs correspond parfaitement à la symétrie des directions. Il y a réciprocité : la symétrie des longueurs des arcs de grand cercle entraîne rigoureusement la symétrie des directions. Qui ne voit sortir de ces principes de la géométrie élémentaire la conclusion qu'il ne peut y avoir sur la sphère terrestre une symétrie, même partielle, de direction sans qu'il y ait une symétrie correspondante dans la longueur des arcs?

» Sans aucun doute, M. Élie de Beaumont avait le sentiment intime de ces relations, lorsqu'il inscrivait dans son travail *Sur les Systèmes de Montagnes* les longueurs des arcs de son réseau pentagonal; lorsqu'il déclarait que les

chaînes de montagnes se terminaient brusquement : il apercevait la symétrie des thalwegs, lorsqu'il remarquait des capitales qui, placées dans les vallées, occupaient souvent des points importants de son réseau.

» Notre travail n'est donc qu'une déduction rationnelle et une nouvelle mise en lumière de principes précédemment acquis à la science.

» D'après nos études, la loi dominante des lignes terrestres est le rapport du côté du triangle équilatéral au rayon du cercle circonscrit, auquel rayon nous donnons le nom de *rayon générateur*. Notre formule exprime ainsi le rapport existant entre la ligne qui joint les extrémités de deux côtés contigus de l'hexagone régulier et le côté du même hexagone.

» La relation du côté du triangle équilatéral au rayon générateur dérive de la division ou de la fracture suivant le grand principe de la moindre action, car la moindre action conduit aux moindres contours des polygones séparés. La surface fracturée de moindre contour est la division en hexagones, où les fractures s'opèrent suivant l'angle de 120°, caractéristique des sommets de l'hexagone régulier.

» Les grandes lignes de montagnes entre l'Oberland et la Provence, les lignes de rivages anglais et celles de séparation des sédiments, depuis les îles Sorlingues jusqu'à Calais et de Calais au lac de Genève, offrent d'éclatants exemples de cette division, que nous avons signalée aussi pour l'ensemble du globe autour du détroit de Behring.

» Nous avons dit comment la génération des lignes terrestres, suivant notre formule, par deux répétitions successives, conduit aux sutures en deux et trois cinquièmes, qui donnent des longueurs d'arc et correspondent à des pentagones.

» L'application de ces principes aux thalwegs impose la nécessité de définir nettement ce que nous appelons l'*axe fluvial*.

» Pour nous, l'axe fluvial principal d'un bassin est la plus longue ligne droite que l'on puisse tracer dans le bassin. Cet axe joint à l'extrême embouchure, le point le plus lointain du départ des eaux qui s'épanchent dans le même bassin.

» Dans la vallée de la Seine, l'extrême embouchure est le cap La Hève qui s'élève brusquement et limite nettement la mer et le grand courant fluvial. Le point de départ le plus éloigné est pour les eaux de la Seine le faîte du plateau de Langres.

» Sur la grande carte d'Europe, dite de l'*État-Major*, à l'échelle de 1 millimètre pour $2^{kil},4$, l'axe fluvial de la Seine ainsi défini est de 177 millimètres. L'accident principal de la rivière se trouvera, d'après notre formule, à une

distance du faîte qui sera de

$$177^{mm} \times \frac{1}{\sqrt{3}} = 177^{mm} \times 0,57737 = 102,19449,$$

ou à une distance de l'embouchure exprimée par

$$177^{mm} \times \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) = 175^{mm} + 0,42263 = 74^{mm},80551.$$

Le principal accident du bassin est incontestablement le confluent de la Marne, à Charenton, près Paris; or la longueur en ligne droite de la Marne est, depuis le faîte jusqu'à Charenton, de 102 millimètres, et la longueur de la Seine du cap La Hève à Charenton est de 75 millimètres; la divergence est inappréciable, elle est dans les limites de l'exactitude de la carte.

» En faisant l'épure et décrivant le cercle du centre Charenton avec la Marne pour rayon, ce cercle suit d'abord le cours de la Meuse; celle-ci s'en écarte pour retomber sur le même cercle au confluent de la Lesse, près Dinant; et dans ce cercle, le côté du triangle équilatéral faisant avec la ligne de la Seine l'angle de 30°, reproduit non-seulement la longueur de la Seine, mais indique même la limite de la craie dans le bassin et passe par la grande source de *Somme-Soude* entre Châlons et Épernay.

» Les lignes géométriques de l'épure ainsi établie sont aussi des lignes géologiques.

» Si l'on calcule de la même façon les axes des principaux affluents de la Seine, en joignant au cap La Hève les points de départ de ces affluents, soit pour la *Seine proprement dite,* soit pour l'Armançon, soit pour l'Yonne, on obtient par notre formule, et en partant des faîtes respectifs, la position du principal accident du bassin à Charenton, avec de faibles écarts en plus et en moins : la moyenne ne donne qu'une divergence de 1 quatre-centième entre le calcul à priori et la mesure sur la carte.

» Les autres fleuves de l'Europe, la Garonne, la Loire, le Rhône, le Tage, l'Elbe et le Rhin, satisfont à la formule géométrique.

» Mais le plus grand fleuve de l'Europe offre sur la plus grande dimension l'application rigoureuse de nos calculs.

» La longueur de l'axe fluvial est de 790 millimètres, près de 1900 kilomètres. L'accident principal est le thalweg de Belgrade où court se précipiter, avec les eaux de la Save, le Danube grossi de tous les autres affluents.

» La distance de ce point à l'embouchure doit être donnée par l'expression $690 \times \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) = 790^{mm} \times 0,42263 = 291^{mm},6.$

» La mesure directe ne permet d'apprécier la moindre divergence. A 20 millimètres de Belgrade, le confluent de la Morava forme un accident important encore qui prélude aux rapides du grand fleuve européen. Or l'axe fluvial secondaire correspondant au faîte de l'Inn, dans les Alpes, donne une longueur de 641 millimètres, c'est 51 millimètres de moins, qui, affectés du coefficient 0,42, reproduisent les 20 millimètres de distance entre le confluent de la Morava et celui de la Save.

» Ainsi les faibles écarts autour de l'accident principal produits par les axes secondaires correspondent avec précision aux circonstances importantes des lieux qui avoisinent l'accident principal.

» Tous les détails du bassin du Danube sont dérivés de la grande loi qui domine l'ensemble.

» La Theiss se développe en cercle sur 83°; le Danube lui-même continue ce cercle jusqu'à Semendria, et forme un arc total de 94°. A l'est, ce cercle reparaît en dessinant le cours du Pruth, après avoir touché le grand coude danubien de Rassova.

» Le rayon du cercle de la Theiss est de 133 millimètres : c'est précisément la valeur du rayon générateur de la Save, dont la longueur 231 millimètres est bien près de $133 \times \sqrt{3} = 230^{mm},4$; la Save est le rayon générateur du rayon du Danube $230^{mm},4 \times \sqrt{3} = 399$.

» Le Danube total serait ainsi $230^{mm},4 \times \sqrt{3} \times \sqrt{3} = 691^{mm},2$. Or nous avons mesuré pour l'axe total 690 millimètres. Ainsi toutes les longueurs sont enchaînées par la loi d'un même système de génération géométrique.

» Le lac Balaton est certainement, après les confluents, l'accident important du bassin danubien; eh bien, le lac Balaton à son bout occidental à une distance de 290 millimètres du faîte de la grande vallée; $291^{mm},6$ était la distance de l'embouchure au grand confluent. Il y a donc encore symétrie entre les deux extrémités du bassin.

» La loi que nous indiquons reproduit la figure du thalweg, comme une formule géométrique qui ne demande qu'à être assise avec exactitude sur le sol. C'est ainsi que nous dessinons un cercle qui circonscrit le lieu où doivent se trouver les sources du Nil. Le plus grand fleuve connu, celui des Amazones, porte la fidèle empreinte de notre formule.

» De cette loi vérifiée sur l'ensemble du globe et sur les bassins de toutes les grandeurs, on peut descendre dans les détails des gisements exploités, et trouver ainsi un nouveau guide dans les recherches et la mise à profit des masses minérales. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'équivalent du lithium; par* **M. L. Troost.**

(Commissaires, MM. Balard, H. Sainte-Claire-Deville.)

« La découverte de deux métaux nouveaux dans les minerais de lithine et le contrôle précieux de la méthode spectrale permettent de rechercher, avec chance de succès, la cause des divergences observées dans la détermination de l'équivalent du lithium. C'est dans cette intention que j'ai repris l'examen des sels de lithine préparés et décrits par moi dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LI. En les soumettant à l'analyse spectrale avec M. Grandeau, qui a bien voulu me prêter son concours pour cette constatation, j'ai pu reconnaître que la composition des sels varie beaucoup avec la nature du produit qui a servi à le préparer. Les sels que j'obtenais par double décomposition, en partant des sulfates *extraits directement*, contiennent, outre des traces de potasse et de soude, du cœsium et du rubidium en quantités notables et à peu près égales. Les sels obtenus à l'aide du chlorure purifié par l'alcool et l'éther contiennent aussi ces deux métaux avec des traces de sodium. Quant au carbonate de lithine et aux sels qu'il a servi à préparer, ils ne présentent pas trace de métaux étrangers.

» J'obtiens ce corps, ainsi que je l'ai indiqué, en traitant le chlorure par le carbonate d'ammoniaque; le précipité, lavé et séché, est mis en suspension dans de l'eau où on fait passer un courant d'acide carbonique; il se dissout rapidement, puis se précipite de nouveau à l'état cristallin quand on porte la liqueur à l'ébullition. Une nouvelle dissolution et une précipitation semblable suffisent pour donner un sel qui, à l'analyse spectrale, ne présente aucun indice de soude ni des deux autres métaux. L'absence de ces corps s'explique facilement par la solubilité de leur carbonate. C'est donc avec le carbonate de lithine qu'il faut préparer les composés destinés à la détermination de l'équivalent. Comme déjà dans le Mémoire cité, j'attribuais à ce sel une pureté plus certaine qu'à tous les autres, c'est de lui que je me suis servi pour mes recherches, et c'est aussi avec lui que j'ai préparé le chlorure que j'ai remis à M. Dumas pour la détermination de l'équivalent.

» Une fois établie la pureté du chlore employé, il devenait plus que probable que le nombre trouvé par M. Dumas était l'équivalent exact. C'est ce que j'ai cherché à vérifier par l'emploi de deux méthodes complétement différentes.

» Le chlorure de lithium chauffé à l'air se décompose partiellement: c'est

ce qui m'avait d'abord fait renoncer à son emploi. J'ai pu cependant constater de la manière suivante qu'on peut arriver à un résultat très-exact par l'emploi de ce corps. Le chlorure est placé, dans une nacelle de platine, au milieu d'un tube en verre de Bohême que traverse un courant de gaz acide chlorhydrique sec. On chauffe jusqu'à ce que la matière soit amenée à siccité. Après le refroidissement, le gaz acide chlorhydrique est remplacé par un courant d'air sec. Le tube contenant toujours la nacelle est alors fermé avec de bons bouchons en caoutchouc et porté sur la balance. Un second tube de même verre, de même volume et bouché aussi avec du caoutchouc, sert de tare sur l'autre plateau. Le poids une fois déterminé, on replace le tube en expérience, et on chauffe pendant deux heures la nacelle au milieu du courant de gaz acide chlorhydrique sec; la fin de l'opération et la pesée se font dans les mêmes conditions. On trouve qu'il n'y a pas de perte de poids. Il est donc bien évident que le chlorure ne se décompose pas quand on le place dans les conditions indiquées.

» En précipitant par l'azotate d'argent des quantités de chlorure qui, suivant la recommandation de M. Dumas, soient entre elles à peu près dans la rapport de 1 à 2, j'ai obtenu :

1° Pour 1309^{mgr} de chlorure de lithium 4420^{mgr} de chlorure d'argent.
2° 2750 » 9300 »

Ce qui donne pour l'équivalent du lithium :

1° 7,030 } moyenne 7,01.
2° 6,99 }

» Pour contrôler ce résultat par une autre méthode, j'ai repris le carbonate de lithine et j'ai dosé, sur des quantités séparées, la lithine en la combinant à l'acide sulfurique, et l'acide carbonique en chauffant le carbonate avec un excès de quartz pulvérisé assez pur. Le nombre un peu trop faible et égal à celui de Berzelius, que j'avais d'abord obtenu, pouvait tenir à la facile décomposition du carbonate de lithine sous l'influence d'une chaleur même modérée. Pour me mettre à l'abri de cette cause d'erreur, j'ai eu soin de ne pas l'échauffer au-dessus de 100°, et même dans une expérience j'ai desséché le carbonate à la température ordinaire dans le vide en présence de l'acide sulfurique. J'ai ainsi constaté par l'emploi de la silice que

970^{mgr} de carbonate contiennent 577^{mgr} d'acide carbonique.
1782 » 1059 »

Ce qui donne pour l'équivalent cherché :

$$\left.\begin{array}{l}7,00\\7,02\end{array}\right\}\text{ moyenne } 7,01.$$

» Le dosage de la lithine par l'acide sulfurique a donné

Pour 1217^{mgr} de carbonate 1808^{mgr} de sulfate.

Ce qui conduit au nombre 7,06.

» L'équivalent du lithium est donc bien égal à 7, comme M. Dumas l'avait conclu de ses expériences; et la découverte de deux nouveaux métaux dans les minerais de lithine ne change rien aux conclusions auxquelles il est arrivé.

» Une nouvelle confirmation de ce chiffre, déjà obtenu par M. Mallet, résulte des expériences de M. Karl Diehl exécutées avec le contrôle de l'analyse spectrale dans le laboratoire de Bunsen, et consignées dans les *Annales de Wöhler et Liebig*, janvier 1862. En effet, cet observateur, en déterminant l'acide carbonique chassé du carbonate par l'acide sulfurique étendu, arrive pour la moyenne de quatre expériences concordantes au chiffre 7,026.

» Dans le cours de mes expériences, j'ai pu de nouveau vérifier ce que j'ai annoncé déjà, que la lithine anhydre ou hydratée, ainsi que les sels de lithine purs, sont sans action sur le platine. L'altération de ce métal, quand elle se reproduit, doit être attribuée à des composés de cœsium et de rubidium. MM. Bunsen et Kirchhoff ont en effet constaté cette propriété dans un sous-oxyde de ces métaux. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur les fontes et sur le puddlage*; *par* **M. L. Cailletet.**

« L'hypothèse de la présence de l'oxygène dans les fontes avait déjà été examinée par les anciens chimistes. On trouve dans Berzelius (1) le passage suivant :

« C'est à Bergeman que nous devons les premières notions scientifiques » sur la fonte : il trouva que plus elle est noire, moins elle dégage d'hy- » drogène en se dissolvant dans les acides; d'où il conclut que la fonte était » du fer incomplétement réduit, devant tenir en outre du carbone, puis-

(1) Berzelius, *trad. Hoefer et Esslinger*, 1846, t. II, p. 696.

» qu'elle laissait du graphite pour résidu. Plus tard on a tiré des expé-
» riences de Bergeman cette conclusion que la fonte était une combinaison
» triple de fer, d'oxygène et de carbone.

» ..... J'ai analysé avec soin une fonte manganésifère de Lekebergs-
» lag, et je l'ai trouvée composée de 91,53 de fer, 4,57 de manganèse,
» de 3,9 de carbone (y compris des traces de silicium et de magnésium); il
» n'y eut donc aucune perte qu'on aurait pu attribuer à la présence de
» l'oxygène. »

» MM. Minary et Résal, dans un récent travail adressé à l'Académie sur cette question, admettent que les fontes blanches contiennent une quantité d'oxyde de fer telle, que l'affinage peut avoir lieu spontanément sous l'influence d'un brassage et d'une température convenable.

» Les expériences que j'ai tentées dans cette même voie, et que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, ne me permettent pas d'arriver aux mêmes conséquences.

» Si la fonte renferme un mélange d'oxyde et de carbure de fer, ne doit-on pas s'étonner que ces composés aient pu coexister pendant leur séjour dans le creuset du haut fourneau, quand on voit ces deux corps réagir si rapidement dès qu'ils sont en fusion sur la sole des fours à puddler?

» J'ai essayé avec grand soin et à diverses reprises de constater par l'analyse la présence de l'oxygène dans les fontes blanches et surtout dans les fontes blanches caverneuses. Un courant d'hydrogène sec passant sur la matière réduite en poudre fine et portée au rouge n'a jamais déterminé la formation d'une quantité d'eau sensible; dans les premiers moments de l'expérience, on aperçoit seulement quelques vapeurs épaisses et empyreumatiques.

» Afin de vérifier si la fonte blanche abandonnée à elle-même pourrait s'affiner spontanément, j'ai fondu dans un creuset 15 kilogrammes de fonte blanche et caverneuse avec la seule précaution de recouvrir le métal d'une couche épaisse de laitier vitreux; la matière brassée à différentes reprises n'a donné lieu à aucun dégagement d'oxyde de carbone, et, après une fusion prolongée pendant cinq heures environ, la fonte, d'une liquidité parfaite, a pu être coulée dans une lingotière dont elle a pris tous les reliefs. Après refroidissement, ni le poids ni l'aspect de la matière n'avaient changé. S'il est impossible d'après cela d'expliquer l'affinage par la réaction de l'oxygène combiné dans la fonte, on verra par les expériences suivantes que cette réaction a besoin, pour s'effectuer, de la présence de l'oxyde de fer, qui est le véritable agent de l'affinage.

» 1° Une certaine quantité de la même fonte blanche qui n'avait pu s'affiner spontanément, a été fondue sous une couche de laitier de haut fourneau; après fusion complète, on a ajouté des battitures qui ont déterminé bientôt un vif dégagement d'oxyde de carbone; enfin l'affinage a été assez complet pour permettre de retirer du creuset une masse de fer spongieux pouvant s'écraser sous le marteau et se limer facilement.

» 2° On a chargé sur la sole d'un four à puddler 180 kilogrammes de fonte noire qui, d'après MM. Minary et Resal, ne contient pas d'oxygène en combinaison; cette fonte a été travaillée par les ouvriers puddleurs à la manière ordinaire, excepté qu'ils n'ont ajouté ni eau ni scories.

» Voici le tableau du travail, résultat de la moyenne de trois opérations :

ÉPOQUES du travail.		OBSERVATIONS.
h m 0 0	On charge 180 kil. de fonte froide.	
0.30	La fonte commence à fondre.	On voit le fer brûler vivement en quelques points.
0.40	Travail au crochet.	La fonte est brillante et brûle quand elle est soulevée par le crochet.
1.00	Id.	La fonte est recouverte d'une légère couche de scories.
1.15	Id.	Les scories sont plus épaisses. — L'affinage s'accomplit. — Jets nombreux d'oxyde de carbone.
1.35	Id.	On aperçoit quelques fragments de fer formé.
1.45	Travail au ringard droit.	Le fer est presque complétement formé, il est d'un blanc éblouissant
2. 5	Fin de l'opération et cinglage.	Les massiots obtenus ne pèsent que 154 kil. au lieu de 166 obtenus moyennement.

» On voit donc par le déchet obtenu dans ce genre de travail qu'une partie de la fonte a brûlé dans le foyer et que c'est seulement après la formation de cet oxyde qu'a eu lieu la décarburation.

» Dans les usines métallurgiques on diminue beaucoup la durée du travail et le déchet du métal en ajoutant directement des scories ou des battitures, car l'affinage commence dès que la fonte se trouve en contact avec des matières riches en oxyde de fer.

» Je crois qu'il est permis de conclure des expériences qui précèdent que l'affinage du fer ne peut être expliqué par la présence de l'oxygène dans la fonte à l'état de combinaison, et que la décarburaion a toujours lieu sous l'influence des scories riches en oxyde de fer, soit qu'on les ajoute directe-

ment, soit qu'une partie de la fonte s'oxyde préalablement en absorbant les gaz du foyer.

» Quant à l'affinage plus ou moins facile des fontes noires ou blanches, on doit l'attribuer en partie à la quantité variable et à l'état particulier du carbone et des autres corps accidentellement combinés à la fonte. »

Cette Note est renvoyée, ainsi que celle de MM. Minary et Resal, à l'examen d'une Commission composée de MM. Dumas, Boussingault, H. Sainte-Claire-Deville.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la solidification d'un liquide refroidi au-dessous de son point de fusion; par* **M. Ed. Desains.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Pouillet, Despretz, de Senarmont.)

« Ce travail est divisé en deux parties. Dans la première, je démontre par l'expérience qu'il faut donner à un poids d'eau liquide pour l'échauffer de u^0 à t_1^0 la même quantité de chaleur, soit que dans ce passage l'eau se gèle d'abord et se fonde ensuite, soit au contraire qu'elle se réchauffe sans cesser d'être liquide. Dans la seconde, j'applique ce principe à plusieurs questions relatives à la surfusion, c'est-à-dire à l'état d'un liquide refroidi au-dessous de son point de congélation.

» Pour démontrer le principe, je me sers d'un petit tube de verre, fermé à la lampe, contenant dans son intérieur de l'eau que l'on y a fait bouillir avant de le fermer et un thermomètre dont le réservoir plonge dans cette eau et dont la tige passe à travers la partie supérieure du tube à laquelle elle est scellée. Le tube n'est pas tout à fait plein d'eau.

» Je fais refroidir cet appareil sans l'agiter dans une enceinte environnée d'un melange réfrigérant. L'eau liquide se refroidit de quelques degrés au-dessous de zéro, puis il arrive un moment où elle se gèle subitement en partie et se réchauffe jusqu'à zéro. Alors j'enlève l'appareil hors de l'enceinte et le plonge dans un poids d'eau connu à une température connue. Il s'échauffe, tandis que celle-ci se refroidit, et bientôt leurs températures deviennent à peu près égales.

» Soient M le poids de l'eau extérieure corrigé du vase qui la contient et du thermomètre qui y est plongé; θ la température primitive de cette eau et t sa température finale; u la température marquée par le thermomètre de l'appareil à l'instant qui a précédé la congélation et t_1 sa température finale toujours presque égale à t; enfin A la quantité de chaleur que l'air

donne au mélange pendant l'expérience : l'expression

$$(1)\qquad M(\theta - t) + A,$$

représente la quantité de chaleur qu'il a fallu donner à l'appareil pour le faire passer de u à t_1 avec solidification et fusion intermédiaires.

» Après cette expérience, je fais refroidir de nouveau le même appareil dans l'enceinte entourée de mélange réfrigérant ; mais je ne laisse pas son eau se geler et quand sa température est voisine de zéro, égale à v, je l'enlève et le plonge dans un poids M' d'eau à la température θ'. Cette eau se refroidit à t', tandis que l'appareil se réchauffe à t'_1 presque égal à t'; l'expression

$$M'(\theta' - t') + A'$$

représente la quantité de chaleur qui a échauffé l'appareil de v à t'_1. J'en conclus que pour l'échauffer, sans que son eau cessât d'être liquide de u à t'_1, il faudrait lui donner une quantité

$$(2)\qquad \frac{M'(\theta' - t') + A'}{t'_1 - v}(t_1 - u),$$

en admettant que la chaleur spécifique de l'eau liquide ne change pas brusquement en passant par zéro ; ce que j'ai vérifié, comme M. Person l'avait déjà fait antérieurement, en observant le refroidissement de l'eau liquide au-dessus et au-dessous de zéro et en constatant que sa marche n'éprouve aucune irrégularité aux environs de cette température.

» Il suffit alors, pour établir le principe, de voir si les expressions (1) et (2) sont égales. Or par trois expériences avec congélation j'ai trouvé en moyenne

$$\frac{M(\theta - t) + A}{t_1 - u} = 37,93$$

et par trois autres sans congélation

$$\frac{M'(\theta' - t')}{t'_1 - v} = 38,39;$$

l'égalité presque exacte de ces nombres prouve le principe énoncé.

» La petite différence qui subsiste entre eux tient à ce que les températures u et v, ayant été observées pendant un refroidissement, sont un peu moins basses que celles de l'eau non agitée qui entourait le thermomètre et se trouvait plus voisine de l'enceinte froide. L'erreur doit même être plus grande pour v que pour u, parce que v est plus éloigné de la température

finale ; or en diminuant v plus que u par une correction, on rapprocherait les deux nombres précédents de l'égalité.

» Pour faire la correction, j'ai étudié analytiquement les refroidissements simultanés des diverses parties de l'appareil, en supposant différentes les températures du thermomètre, de l'eau qui le touche, de l'air contenu dans l'enceinte et des parois de l'enceinte elle-même. J'ai trouvé que la différence entre la température du thermomètre et celle de l'enceinte était représentée par une somme de trois exponentielles se réduisant à une seule après un temps assez long, et j'ai vérifié expérimentalement qu'en effet quinze ou vingt minutes après l'introduction de l'appareil dans l'enceinte cette différence décroissait en progression géométrique quand le temps croissait en progression arithmétique. Au moyen de la raison de cette progression, j'ai déterminé la relation entre la température du thermomètre et celle de l'eau au même instant et j'ai pu ainsi faire les corrections convenables aux nombres précédents, qui sont devenus tous les deux égaux à 37,43.

» Désirant justifier ces opérations et remarquant que l'expression $\frac{M'(\theta' - t') + A'}{t_1 - v}$ est la quantité de chaleur que l'appareil exige pour s'échauffer de 1°, j'ai cherché directement cette quantité en refroidissant l'appareil dans l'enceinte entourée cette fois de glace fondante ; et quand il eut été maintenu pendant longtemps à une température presque invariable et voisine de zéro, alors je le retirai et le plongeai dans de l'eau extérieure où il se réchauffa. Ici il n'y avait plus de corrections à faire sur la température v, et j'ai trouvé comme moyenne de trois mesures le même nombre 37,43 pour représenter la chaleur qu'il fallait lui donner afin de l'échauffer de 1°.

» Dans la seconde partie de mon travail, j'ai appliqué le principe que j'avais démontré à la solution des problèmes suivants :

» 1° Déterminer la température τ à laquelle il faut refroidir un liquide pour qu'il se gèle tout entier par l'agitation et se réchauffe jusqu'au point de fusion T.

» Soient p le poids du liquide ; q et g le poids et la chaleur spécifique du vase qui le contient ; c la chaleur spécifique du liquide. S'il se réchauffait jusqu'à T sans cesser d'être liquide, il exigerait une quantité de chaleur $(pc + qg)(T - \tau)$. Si au contraire il se gèle tout entier et se réchauffe jusqu'à T, il faudra pour le fondre lui donner pl, l étant sa chaleur latente de fusion. Donc d'après le principe

$$pl = (qg + pc)(T - \tau), \quad \text{d'où} \quad \tau.$$

» 2° Un liquide ayant été refroidi à $u' < \tau$, déterminer la température $T' < T$ à laquelle il se réchauffera en se gelant tout entier.

» Pour l'échauffer de u' à T sans congélation, il faudrait

$$(pc + qg)(T - u').$$

» Quand il s'est réchauffé à T' en se gelant, pour l'échauffer encore jusqu'à T et le fondre, il faut lui donner $(qg + pc')(T - T') + pl$, en appelant c' la chaleur spécifique du solide formé. Donc d'après le principe

$$(qg + pc')(T - T') + pl = (pc + qg)(T - u'), \quad \text{d'où} \quad T'.$$

» 3° Un liquide ayant été refroidi à une température u' supérieure à τ, il ne se gèlera qu'en partie par l'agitation, mais se réchauffera jusqu'à T; déterminer le poids p' de la partie qui se gèle.

» Pour l'échauffer sans congélation jusqu'à T, il faudrait lui donner $(pc + qg)(T - u')$.

» Pour fondre le poids p' qui par la congélation même s'est réchauffé jusqu'à T avec le reste du liquide, il faudrait $p'l$; donc

$$(pc + qg)(T - u') = p'l.$$

» Les expériences qui m'ont servi à établir le principe peuvent être présentées comme des vérifications de la formule précédente. Connaissant en effet

$$pc + qg = 37{,}43,$$

puis u' et l, elle me permettait de calculer p'; et, d'un autre côté, en plongeant l'appareil dans l'eau M, quand une partie du liquide p s'était congelée, je pouvais par l'abaissement de température de M mesurer p' au moyen de l'équation

$$37{,}43 \times t_1 + p' \times 79{,}25 = M(\theta - t) + A.$$

Trois expériences ainsi calculées m'ont donné :

	p' calculé.	p' mesuré.	Différences.
	gr	gr	
	2,272	2,324	— 0,052
	3,188	3,097	+ 0,091
	3,519	3,520	— 0,001
Sommes....	8,979	8,941	+ 0,038

» Les problèmes (1) et (2) sont posés dans plusieurs ouvrages et ont été jusqu'ici résolus différemment par les différents auteurs. Les expériences que j'ai citées indiquent les solutions qu'il convient d'adopter. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les moyens de varier le débit de l'eau motrice dans les roues de côté coulant à plein coursier, avec ou sans lames liquides oscillantes; Note de* **M. A. DE CALIGNY.**

(Renvoi à l'examen de la Section de Mécanique.)

« De Thiville a depuis longtemps étudié des moyens de varier le débit des chapelets moteurs coulant à plein coursier, et dont le but est le même que celui des roues de côté coulant aussi à plein coursier pour utiliser les chutes motrices très-variables. Il donne au coursier rectiligne de ces chapelets une section quadrangulaire; de sorte que deux faces verticales opposées peuvent se rapprocher ou s'éloigner l'une de l'autre, de manière à varier convenablement le débit de l'eau motrice.

» Quant à la manière de varier la largeur des aubes, on peut employer plusieurs systèmes. Il suffit en ce moment de rappeler que De Thiville les composait pour ce cas de deux clapets, réunis par une charnière inférieure permettant à l'angle formé par ces deux clapets de s'ouvrir plus ou moins, selon le degré d'écartement des faces planes verticales dont je viens de parler.

» Je me suis aperçu, en m'occupant de mes recherches sur l'histoire de l'hydraulique, qu'il y avait une ancienne disposition de roues de côté, à laquelle on pourrait appliquer cette idée de De Thiville, à cause de la verticalité et du parallélisme de deux faces planes d'un coursier annulaire fixe, fendu intérieurement par le passage des bras ou plutôt du disque ou de la couronne à laquelle sont attachés des pistons de forme quadrangulaire. (*Voir* le *Traité de Physique* de Desaguillers, in-4°, 1751, traduction de Pezenas, *Pl. XXXIII*, *fig.* 1, 2 et 3.)

» Il ne faut pas, en effet, confondre cette disposition résultant de ce que les aubes ou pistons sont de forme quadrangulaire, avec celle des aubes ou pistons circulaires ou elliptiques, disposés d'ailleurs, il est vrai, de la même manière, et venant s'emboîter aussi de la même manière dans un coursier annulaire ou corps de pompe courbe. Ces formes circulaires ou elliptiques ont aussi leurs avantages; mais elles n'ont pas celui de permettre de varier la section d'écoulement par le plus ou moins grand écartement de deux faces verticales, planes et parallèles, quand on veut employer directement le poids d'une colonne liquide ayant toute la hauteur de la chute, comme on l'a souvent proposé pour les chutes très-variables, et notamment pour les *tide mills*.

» Ce n'est pas seulement la forme quadrangulaire de la section du coursier qui permet de faire cette application d'un système particulier de vannage; mais c'est la forme dont il s'agit quand le coursier est *annulaire*. Si le fond courbe de la roue, étant d'ailleurs plein, était mobile autour de son axe, comme dans l'*Essai sur les machines hydrauliques, etc.*, publié en 1777, par le marquis Ducrest, colonel en second du régiment d'Auvergne, le coursier de la roue coulant aussi toujours plein, et étant même évasé en amont pour éviter la contraction de la veine, cette forme aurait aussi des avantages particuliers, mais ne permettrait pas d'appliquer d'une manière pratique le système de vannage à faces parallèles dont je viens de parler.

» Ce qui le rend pratiquement possible, si l'on fait couler à plein coursier une roue de formes analogues à la roue de côté de Desaguillers, c'est que, pendant tout le temps que durera l'écoulement pour un écartement donné des faces parallèles et verticales, les pièces du coursier seront absolument fixes. Il est de plus essentiel de remarquer qu'aux époques où se fera la manœuvre de ces faces verticales, l'ajustement du fond de la roue réduit à un disque ou à une couronne ne pourra éprouver aucun changement, puisqu'on n'y aura pas même touché.

» Sans entrer ici dans les détails pratiques, il m'a semblé utile de montrer une fois de plus les avantages qui peuvent résulter des recherches d'érudition, des figures oubliées dans quelques anciens auteurs, pouvant ainsi conduire à des applications qui avaient échappé aux plus savants ingénieurs, en Angleterre et en France.

» Le système de vannage dont je viens de parler n'exige pas que les faces verticales parallèles dont il s'agit soient très-grandes; mais il faut qu'elles le soient assez pour que deux aubes consécutives ne soient pas en même temps hors du coursier. Une seule aube étant d'ailleurs dans le coursier, cela suffit pour que la pression de toute la chute agisse comme si deux aubes y étaient engagées en même temps, la partie de la colonne liquide qui est au-dessus de cette aube pouvant agir par aspiration.

» Le système de vannage dont il s'agit ne peut s'appliquer d'une manière aussi simple au principe de la roue à tuyaux plongeurs et à lames liquides oscillantes, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 13 janvier, et dont la description est publiée dans les *Comptes rendus*, p. 119 et 227.

» Mais la question des moteurs hydrauliques est si importante, qu'il est intéressant de conserver des traces d'une disposition qui, au moins pour des dimensions médiocres, peut être étudiée sous ce rapport.

» On sait qu'il y a des turbines dans lesquelles on varie la section d'écou-

lement en faisant glisser entre les aubes une des faces de la turbine parallèlement à l'autre face. Or on peut disposer la nouvelle roue dont il s'agit de manière à pouvoir profiter d'une disposition analogue, dans les limites où la grandeur de son diamètre permettra que cette disposition soit pratique.

» Je suppose d'abord qu'une roue de côté d'une assez petite largeur et de forme analogue à celle des roues ordinaires, sauf quelques précautions relativement à la distance des aubes, etc., recommandées pour celles qui coulent à plein coursier, soit appliquée dans sa partie d'amont contre un mur de barrage, perpendiculaire à son axe, et devant servir de coursier, avec les précautions convenables. Ce mur sera percé d'un orifice, d'une forme analogue à une partie de l'arc hydrophore et convenablement évasé du côté d'amont, de manière à ce que l'eau motrice entre dans la roue parallèlement à son axe. Pour que la roue garde l'eau jusqu'au bas de la chute, il faut que l'arc hydrophore soit fermé sur les trois faces où le mur ne fait pas fonction de coursier. Il suffit donc que la roue ait deux surfaces courbes concentriques parallèles à l'axe et perpendiculaires à une surface plane, laquelle sera perpendiculaire à l'axe de la roue, aucune de ces trois surfaces n'étant percée. Il est clair que cette disposition est celle d'une roue de côté, pouvant couler à plein coursier en recevant et abandonnant l'eau latéralement, au lieu de la recevoir et de l'abandonner comme dans les anciennes roues de ce genre. Mais pour varier la section d'écoulement, il suffira de rapprocher ou d'éloigner du mur dont on vient de parler celles des faces de l'arc hydrophore qui lui est parallèle.

» On ne peut se dissimuler que si, dans cette disposition, les pressions de l'eau contre les faces courbes de l'arc hydrophore ne peuvent se reporter sur l'axe, puisqu'elles se contre-balancent, il n'en est pas ainsi de celles qui agissent sur la partie plane de cet arc hydrophore et tendent même à faire gauchir la roue. Mais, dans le cas où cet inconvénient serait sérieux, on pourrait disposer deux roues sur un même axe, de manière à ce que ces deux roues fussent disposées entre deux murs verticaux et parallèles, barrés convenablement en amont, chacun de ces murs étant percé de manière à alimenter chacune de ces roues. On conçoit même que, si l'on ne voulait pas se réserver la possibilité de varier la section de l'arc hydrophore, on pourrait n'avoir, à proprement parler, qu'une seule roue partagée en deux par un diaphragme, et recevant l'eau de chaque côté par chacun des murs verticaux dont on vient de parler.

» Quant à la manière de transformer cette roue en roue à tuyaux plon-

geurs et à lames liquides oscillantes, il suffit d'ajouter à ce qui a été dit ci-dessus, en renvoyant à ma Note du 13 janvier, que : 1° les dimensions déjà limitées dans le sens de l'axe, le seront encore dans l'autre sens, par cette circonstance que le rayon de la surface courbe intérieure ne doit pas être trop différent de celui de la surface courbe extérieure, pour que les conditions de la question ne soient pas trop changées, et que, 2° si l'on veut varier la section de l'arc hydrophore au moyen du déplacement d'une surface plane qui sera d'ailleurs convenablement attachée à la roue pour une section donnée, il faudra renoncer à l'avantage résultant de l'emploi des lames courbes concentriques dans les espèces de coudes où elles sont utiles.

» On conçoit d'ailleurs comment la quatrième face de chaque tuyau partiel peut être composée d'une surface plane verticale, les effets étant, du reste, analogues à ceux qui sont indiqués dans ma Note du 13 janvier, pourvu que les murs de barrage soient convenablement disposés en aval, l'échancrure des murs de barrage en amont s'élevant toujours, d'ailleurs, au-dessus du niveau du bief supérieur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre et à un nombre quelconque de variables indépendantes; par* **M. Ossian Bonnet.**

(Commissaires, MM. Bertrand, Serret.)

« La méthode pour intégrer une équation à trois variables et aux dérivées partielles du premier ordre, que Lagrange a donnée en 1772, et qui, d'après Jacobi, constitue l'une des plus belles et des plus célèbres découvertes du grand géomètre, est sans contredit la plus simple et la plus naturelle de toutes celles qui ont été imaginées jusqu'ici. Toutefois cette méthode, et c'est là la seule objection qu'on y ait faite, ne paraissait pas susceptible de s'étendre à un nombre de variables supérieur à trois.

» On sait que Charpit, en 1779, essaya, mais sans succès, de généraliser la solution de Lagrange dans un Mémoire qui fut présenté à l'Académie des Sciences, et qui n'a jamais été publié. Pfaff donna alors la belle solution que Jacobi a depuis commentée et considérablement simplifiée. On doit aussi à Cauchy une autre méthode fondée sur une idée très-ingénieuse et très-féconde d'Ampère, et dont les résultats sont en définitive les mêmes que ceux auxquels Jacobi a été conduit. Or, en s'aidant d'un théorème généralement attribué à Pfaff, mais dont le germe se trouve, si je ne me trompe, dans le calcul des fonctions, on peut parvenir à lever les difficultés que

Charpit avait rencontrées dans la généralisation de la méthode de Lagrange.

» C'est ce que je me propose d'établir dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie. On trouvera ainsi dans ce Mémoire une méthode nouvelle tout aussi simple que celles de Cauchy et de Jacobi, mais beaucoup plus directe, à notre avis. »

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Mémoire sur les tétraèdres; détermination du volume maximum d'un tétraèdre dont les faces ont des aires données;* par **M. Painvin.**

(Commissaires, MM. Bertrand, Serret.)

« Ce problème, abordé par Lagrange dans son Mémoire sur les pyramides, a été ramené par lui à l'étude d'une équation du quatrième degré. Mais, pour terminer cette intéressante question, il restait à faire une discussion plus approfondie de l'équation obtenue, et à signaler les diverses propriétés géométriques du tétraèdre qui satisfait à la question. C'est là le principal objet du Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie.

» Je commence par établir le théorème suivant :

« Supposons qu'on prenne le déterminant réciproque d'un certain déter-
» minant λ, et qu'on fasse ensuite le carré de ce déterminant réciproque; si
» l'on effectue maintenant ces opérations en sens inverse, c'est-à-dire si l'on
» fait le carré de λ, et qu'on prenne ensuite le déterminant réciproque de ce
» carré, les deux déterminants définitifs, obtenus par ces deux séries d'opé-
» rations, seront identiques élément à élément. »

» Cette proposition me sert de point de départ pour démontrer plusieurs formules sur les tétraèdres. Je prouve alors que l'équation du quatrième degré a toujours une racine réelle convenant à la question, et une seule; que le tétraèdre correspondant est toujours réel et que son volume est maximum.

» Parmi les différentes propriétés du tétraèdre maximum, je ne citerai que celles-ci :

» 1° Les tangentes des angles correspondant à un même sommet sont proportionnelles aux aires des faces qui forment ce sommet.

» 2° Les arêtes opposées sont perpendiculaires entre elles.

» 3° La somme des carrés des arêtes opposées est constante.

» 4° La somme des carrés des produits des arêtes opposées est égale à quatre fois la somme des carrés des aires des faces.

» 5° Le produit des cosinus des dièdres opposés est constant.

» Etc., etc.

» Je termine ce Mémoire par la considération d'un tétraèdre déduit du tétraèdre primitif $OM_1M_2M_3$ de la manière suivante :

» Par le point O, on élève des perpendiculaires aux faces $M_1M_2M_3$, » OM_2M_3, OM_3M_1, OM_1M_2; on les prolonge, à partir du point O, du côté » du sommet opposé à la face normale; et on prend ensuite sur ces per- » pendiculaires, à partir du même point O, des longueurs respectivement » proportionnelles au double de l'aire de la face normale. »

» Soit $mm_1m_2m_3$ le tétraèdre ainsi obtenu que j'appellerai *tétraèdre dérivé;* et je désignerai par *faces homologues* les couples de faces tels que (OM_2M_3, mm_2m_3); ...; ($M_1M_2M_3$, $m_1m_2m_3$).

» Ce tétraèdre qui, je crois, n'a pas été considéré jusqu'ici, présente des relations fort curieuses avec la tétraèdre primitif. Je n'en citerai que quelques-unes :

» 1° Le centre de gravité du tétraèdre dérivé est au point d'où partent les perpendiculaires aux faces du tétraèdre primitif.

» 2° Le volume du tétraèdre dérivé est égal, à un facteur numérique près, au carré du tétraèdre primitif.

» 3° Les aires des faces du tétraèdre dérivé sont respectivement proportionnelles aux distances du centre de gravité du tétraèdre primitif au sommet opposé à la face homologue de la face considérée.

» 4° La hauteur, correspondant à une face quelconque du tétraèdre dérivé, est égale aux $\frac{8}{3}$ de la projection, sur cette face, de la face homologue du tétraèdre primitif.

» Etc., etc.

» La considération du tétraèdre dérivé nous permet de déduire de la question résolue en premier lieu la solution du problème suivant :

« Trouver le volume maximum d'un tétraèdre dont on donne la diffé- » rence des carrés des arêtes opposées, ainsi que la somme des arêtes appar- » tenant soit à un même sommet, soit à une même face. »

ZOOLOGIE. — *Essai de détermination des caractères généraux de la Faune de la Nouvelle-Guinée. (Oiseaux); par* M. PUCHERAN.

(Renvoi à l'examen de la Section d'Anatomie et de Zoologie.)

« Dans les diverses recherches de généralisation dont nous nous sommes occupé depuis une douzaine d'années, nous avons fréquemment essayé de

déterminer les Caractères zoologiques que présentent d'ensemble les Types des deux classes supérieures de Vertébrés propres à quelques-unes des faunes actuelles. Nous avons examiné, sous ce point de vue, les Mammifères de l'Europe, du nord de l'Amérique et de l'Asie, de même que ceux qui habitent l'Afrique, Madagascar et la Nouvelle-Hollande. La Nouvelle-Guinée est devenue récemment, dans cette direction d'idées, l'objet de nos études, études que dix-huit ans de travaux dans le Musée de Paris ont dû nous rendre faciles, nos collections nationales ayant été amplement enrichies par les Zoologistes qui ont visité cette grande île; dans le XVIIIe siècle, par Sonnerat, et, depuis 1820, par MM. Garnot, Lesson, Quoy, Gaimard, Hombron et Jacquinot, attachés aux divers Voyages de circumnavigation exécutés sous le commandement de MM. les capitaines Duperrey et Dumont d'Urville.

» Les faits relatifs à l'Ornithologie doivent, en premier lieu, attirer notre attention, le nombre plus considérable des espèces d'Oiseaux permettant de fixer plus sûrement les caractères qui leur sont communs. D'après la liste donnée, il y a quelques années, par M. Sclater, ce nombre est de 170 : parmi elles, 109 sont propres à cette grande île. MM. J.-E. Gray et G.-R. Gray ont publié plus tard (1859) un travail semblable, dans lequel ce chiffre se trouve dépassé, ces deux Zoologistes ayant accepté des indications d'habitat, dont l'authenticité est, de leur propre aveu, essentiellement douteuse. Nonobstant ces quelques dissemblances, ces deux Notices offrent entre elles tant de concordance, que nous avons pu, sans hésitation, nous en servir comme guide dans l'examen des divers Types, soit génériques, soit spécifiques, nécessité par nos recherches.

» Un certain nombre, parmi les premiers, se trouve habiter presque uniquement la Nouvelle-Guinée : il en est ainsi des genres *Nasiterna, Charmosyna*, *Peltops*, *Melidora*, *Mino*, *Gymnocorvus*, *Melanopyrrhus*, *Paradisea*, *Diphyllodes*, *Cicinnurus*, *Xanthomelas*, *Lophorina*, *Parotia*, *Seleucides*, *Epimachus*, *Paradigalla*, *Astrapia*, *Rectes*, *Ptiladela*, *Edolisoma* et *Trugon*.

» Or, si nous essayons de déterminer quels sont les Caractères zoologiques qui nous sont présentés d'une manière uniforme par tous ces Genres, nous constatons que les tarses sont, chez eux, doués d'une certaine force, quel que soit leur degré d'allongement, et qu'ils offrent dès lors peu de gracilité. Chez tous (le genre *Trugon* étant excepté), le pouce est bien formé, terminé par un ongle bien incurvé; les doigts se trouvent également allongés, et leurs ongles ressemblent, sous le point de vue de leur disposi-

tion, à celui du pouce. Des variations se présentent, sans nul doute, chez ces divers types génériques, dans le mode de manifestation de ces caractères, mais ces variations ne nous ont jamais semblé assez importantes pour faire subir la moindre restriction à la formule synthétique que nous venons d'énoncer.

» Nous la voyons, au contraire, tout à fait confirmée par l'examen des diverses espèces propres à cette région de l'Océanie, et dont les homologues habitent les autres archipels de la Mer du Sud. Il en est ainsi pour les types spécifiques appartenant aux genres *Leucospiza*, *Spiloglaux*, *Podargus*, *Hirundo*, *Macropteryx*, *Coracias*, *Calornis*, *Cracticus*, *Nectarinia*, *Dicæum*, *Ptilotis*, *Tropidorynchus*, *Mimeta*, *Artamus*, *Graucalus*, *Ceblepyris*, *Arses*, *Monarcha*, *Pteruthius*, *Pachycephala*, *Todopsis*, *Phonygama*, *Muscylva* et même *Pomatorhinus*.

» Dans ce grand ordre des Passereaux, dans lequel sont compris presque tous les Genres dont nous venons de donner les noms, cinq espèces seulement représentent, à la Nouvelle-Guinée, les *Eupetes*, *Pitta* et *Brachypteryx*, dont les tarses sont allongés. Parmi les Zygodactyles, nous ne pouvons citer, comme se trouvant dans les mêmes conditions, que le *Centropus menebiki*, dont les aptitudes locomotrices sont tout à fait conformes à celles de ses congénères du même groupe. Dans l'ordre des Colombins, enfin, six espèces à longs tarses ont été signalées dans cette grande île : ce sont les *Trugon terrestris*, Homb. et Jacq., *Chalcophaps Stephani*, Pchr., *Peristera rufigula*, Homb. et Jacq., *Geopelia humeralis* (Tem.), *Goura coronata* (L.) et *Goura Victoriæ*, G. R. Gr. Or, dans ce même ordre, le nombre des *Carpophaga*, dont les tarses sont courts, est déjà plus considérable dans cette région de l'Océanie.

» Nous arrivons dès lors à cette autre conclusion que, sous le point de vue de leurs aptitudes locomotrices, les Oiseaux qui habitent la Nouvelle-Guinée sont essentiellement percheurs. Cette aptitude est non-seulement familière aux divers genres et espèces dont les noms ont été déjà cités, mais encore aux divers types d'*Alcédidés*, si nombreux dans cet archipel, ainsi qu'à quelques-uns des Échassiers (*Botaurus helyosylos* et *Ardea Novæ Guineæ*) qui en sont spécialement originaires. Elle est favorisée chez eux, aussi bien que chez les *Trugon*, *Chalcophaps*, *etc.*, par le mode d'insertion du pouce sur le tarse, insertion qui s'opère sur la même ligne que celle des trois doigts antérieurs. Ajoutons que cette disposition du doigt postérieur s'observe également chez les Mégapodes (*Megapodius Duperreyi*, *Meg. Freycineti*, *Meg. rubripes*), chez le Talégalle de Cuvier (*Taleg. Cuvieri*, Garn. et Less.),

et que, dans ces divers Gallinacés, dont la Nouvelle-Guinée est le lieu de séjour, elle doit aider au mode de station que nous venons de signaler.

» L'examen des autres Échassiers observés dans cet archipel ne nous paraît pas de nature à faire subir la moindre restriction au fait général que nous venons de constater. Leur nombre est déjà fort minime, et ils appartiennent à des genres, tantôt cosmopolites, comme les *Glareola*, *Charadrius*, *Strepsilas*, *Hæmatopus*, *Numenius*, *Totanus*, *Himantopus*, *Tringa*, *Phalaropus*, *Parra*, tantôt très-répandus dans les autres îles du Pacifique, comme les *Esacus* et *Casuarius*. La première de ces conclusions enfin est, dans l'ordre des Palmipèdes, essentiellement applicable au genre *Sterna*, représenté seulement, dans cette partie de la Mélanésie, par les *Sterna Torresii*, Gould, et *Sterna melanauchen*, Tem. »

M. **Thomas**, qui a précédemment soumis au jugement de l'Académie diverses communications relatives à l'aréométrie, présente aujourd'hui de nouvelles remarques sur les moyens qui lui paraissent les plus propres à garantir la fidélité des indications fournies par les pèse-liquides.

(Renvoi à la Commission des Alcoomètres qui se compose de MM. Chevreul, Pouillet, Despretz et Fremy.)

MM. **Escallier** et **Franceschini** présentent un Mémoire intitulé « Propriétés thérapeutiques de l'huile dite des Alpes ».

(Commissaires, MM. Andral, Bernard.)

L'Académie renvoie à l'examen de la Commission du legs Bréant deux Lettres écrites en allemand : l'une adressée d'Amorbach (Bavière) par MM. **Haas** et **Tonella** et relative à un remède contre les *dartres*, dont ils offrent de faire connaître la composition et le mode d'administration; l'autre, envoyée d'Augsbourg par M. **Leonh. Zimmermann**, concernant un remède contre le *choléra-morbus*, qu'il serait disposé à faire connaître sous certaines conditions.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le 9e numéro des Brevets d'invention pris dans l'année 1861.

M. de **Quatrefages** présente au nom de madame *de Corneillan* un échan-

tillon de soie grége obtenue des cocons du ver à soie de l'Ailante; il dépose, en même temps, copie d'une attestation délivrée par la Commission impériale de l'Exposition universelle de Londres à M. de Corneillan qui, désirant présenter à l'exposition certains appareils relatifs à l'éducation du ver de l'Ailante, a indiqué sommairement dans une Note jointe à la demande son procédé de dévidage.

(Renvoi à la Commission des vers à soie.)

M. Chevreul, qui se proposait d'entretenir l'Académie des nouveaux perfectionnements apportés par *M. Mège-Mouriès* à ses procédés de panification, demande, en raison de l'heure avancée, à remettre à la prochaine séance cette communication qui exige d'assez longs développements.

M. le Secrétaire perpétuel met sous les yeux de l'Académie une série d'épreuves photographiques offertes par *MM. Bisson* frères, et lit l'extrait suivant de la Lettre d'envoi :

« Nous avons présenté il y a quelques années à l'Académie des épreuves photographiques de glaciers obtenues dans les hautes régions alpiques; poursuivant notre œuvre et désirant venir en aide à la géologie et aux applications de la topographie, nous avons mis tous nos soins à reproduire les aspects d'ensemble de la chaîne du mont Blanc et de celle du mont Rose.... Ces vues, que nous avons exécutées à plus de 4000 mètres d'altitude, les essais que nous avons tentés sur la cime même du mont Blanc où nous avons séjourné pendant plus de trois heures, nous font espérer qu'il nous sera possible de vous présenter l'an prochain un aspect panoramique pris de la plus haute sommité de l'Europe. »

Ces images, qui sont au nombre de trente-sept pièces format atlas et de deux de dimension double, sont renvoyées à l'examen d'une Commission composée de MM. de Senarmont et Daubrée.

M. le Secrétaire perpétuel présente, au nom de M. *Warren de La Rue*, diverses images photographiques se rapportant à l'éclipse solaire de juillet 1860, observée en Espagne par l'auteur. Ces pièces sont accompagnées de la Lettre suivante, écrite en anglais et datée de l'Observatoire de Cranford (Middlesex).

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie des Sciences une épreuve positive

agrandie (épreuve au collodion sur verre) des proéminences lumineuses observées autour du Soleil le 18 juillet 1860 à Rivabellosa, près de Miranda de Ebro en Espagne, latitude Nord 42°42′, longitude Ouest 11′42″, à une altitude de 1572 pieds au-dessus du niveau de la mer.

» Les négatives originales ont été obtenues avec le nouveau photo-héliographe; le diamètre de la Lune y est de 4 pouces. Les épreuves positives ont été obtenues directement, au moyen de la *camera*, des négatives originales; le disque lunaire étant grossi de manière à ce que le diamètre fût de 9 pouces environ.

» Dans la seconde image, quelques-unes des protubérances lumineuses sont reproduites jusqu'à trois fois, d'autres deux fois seulement. Cela tient à ce que deux de mes aides, en portant l'œil au chercheur fixé à l'héliographe, déplacèrent accidentellement quelque peu l'instrument en ascension droite, le mauvais état de la vis tangente rendant ce mouvement possible.

» Outre les épreuves positives sur verre, j'ai l'honneur d'envoyer des fac-simile des négatives originales de la première phase d'éclipse totale; ces images ont été obtenues à sec sur verre albuminé, en superposant aux plaques préparées les négatives originales et exposant le tout à la lumière du jour. On a eu ainsi des épreuves positives qui, traitées de la même manière, ont donné les négatives que j'envoie aujourd'hui.

» J'y ai joint une série d'épreuves sur papier à l'échelle de 7 pouces pour le diamètre lunaire; chacune de ces épreuves porte une légende explicative. J'y ai joint encore une vue panoramique prise du lieu où nous avons observé et deux vignettes sur bois représentant notre installation et la maison voisine. »

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une Description géologique du département de Vaucluse, par *M. Scipion Gras*, avec la Carte géologique à laquelle ce texte sert d'explication.

Nous extrayons de la Lettre d'envoi les passages suivants :

« J'ai l'honneur de vous adresser, pour être offert à l'Académie, ma Carte géologique du département de Vaucluse et un volume de texte qui lui sert d'explication.

» La géologie du département de Vaucluse, comme celle de toutes les contrées qui touchent aux Alpes, présente des points obscurs qui, jusqu'à

présent avaient été peu étudiés et que j'ai dû chercher à éclaircir. Les principaux résultats auxquels je suis parvenu sont :

» 1° *La séparation géologique des marnes à Ancyloceras du terrain néocomien.* — Des observations positives m'ont prouvé que dans les Alpes il existait, entre le néocomien supérieur nommé *urgonien* et les marnes aptiennes, une formation caractérisée par des espèces d'Ancyloceras, de Crioceras et d'autres coquilles, que l'on ne trouve que là. Cette formation renferme plusieurs fossiles qui lui sont communs avec le néocomien inférieur. Cependant sa faune considérée, d'une manière générale, offre une analogie évidente avec celle du grès vert.

» 2° *La réunion en un seul étage des trois assises connues sous les noms d'Aptienne, d'Albienne et de Cénomanienne.* — Ces trois assises, plus ou moins distinctes au point de vue des fossiles, constituent dans le Dauphiné et la Provence un groupe de couches très-naturel, qui est souvent isolé des autres membres de la craie et dont les diverses parties sont toujours étroitement liées entre elles sous le rapport stratigraphique. Leur liaison paléontologique n'est pas moins certaine, car fréquemment des espèces de l'une passent dans l'autre. Par leur affinité réciproque, elles m'ont paru comparables aux trois parties de la formation liasique que l'on a appelées *lias inférieur*, *lias moyen* et *lias supérieur*.

» 3° *La division de la mollasse en deux sous-étages.* — Leur séparation est très-nette sur plusieurs points dans le département de Vaucluse. Le sous-étage le plus récent renferme en général une très-forte proportion de coquilles subapennines.

» 4° *La distinction de trois étages de dépôts diluviens.* — Ces étages, que j'ai appelés diluvium des vallées, diluvium des plateaux et diluvium des terrasses, sont caractérisés chacun par des gisements très-différents, et m'ont paru correspondre à des époques géologiques distinctes.

» Dans une Note placée à la suite de la description des terrains, j'ai fait un examen critique des doctrines paléontologiques actuelles, considérées dans ce qu'elles ont d'exclusif. Je crois avoir prouvé qu'à ce point de vue elles ont un caractère essentiellement hypothétique. »

M. le Secrétaire perpétuel signale encore les ouvrages dont les titres suivent :

1° Une Publication de *M. Robinet*, sur les eaux de Paris;

2° Un Mémoire de *M. Montellier*, sur la valeur des principales denrées

et marchandises qui se vendaient ou se consommaient dans la ville d'Orléans au cours des XIVe, XVe, XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles;

3° Un Ouvrage italien de *M. Gius. de Luca* : « Description géographique, historique et administrative de l'ancien royaume des Deux-Siciles » ;

4° Un Programme de la Société Africaine internationale.

Cette Société se proposant de faciliter les excursions dans l'Afrique du nord et le Soudan, pouvant par conséquent contribuer à étendre nos connaissances sur la faune de ces régions ou à enrichir nos ménageries d'animaux rares, le Programme est renvoyé à la Section de Zoologie.

M. **Leymerie** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour une place vacante de Correspondant de la Section de Minéralogie et Géologie.

(Renvoi à la Section de Minéralogie et de Géologie.)

M. **le Président de la Société impériale zoologique d'Acclimatation** annonce que la Société tiendra sa sixième séance publique annuelle le 20 de ce mois, et serait heureuse de voir assister à cette solennité les Membres de l'Académie qui s'intéressent plus particulièrement au but qu'elle poursuit.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveau mode de formation de quelques hydrogènes carbonés; par* M. **Ad. Wurtz.**

« On connaît le nombre et l'importance des combinaisons que forme le charbon avec l'hydrogène et qui constituent, comme on l'a souvent dit depuis Laurent, le point de départ de tous les composés organiques. Elles diffèrent les unes des autres et par les proportions qu'on remarque entre les atomes de carbone et d'hydrogène et par le nombre de ces atomes qui peuvent s'y accumuler en quantité considérable. La cause de cette accumulation réside sans doute dans la nature polyatomique du carbone, dont les affinités se saturent en partie par la juxtaposition de ses propres atomes et en partie par la combinaison avec l'hydrogène monatomique. Mais c'est là une notion théorique et l'expérience est restée muette jusqu'ici sur les relations génériques qui peuvent exister entre les carbures d'hydrogène les plus simples d'un côté et les plus compliqués de l'autre. A cet égard, je dois citer pourtant une observation de M. Boutlerow qui a produit de l'é-

thylène C^2H^4 en doublant le méthylène CH^2, lequel ne paraît pas pouvoir exister à l'état de liberté (1).

» J'ai fait quelques expériences pour éclairer la question théorique que je viens de rappeler. Voici la méthode que j'ai employée :

» Du zinc-éthyle $(C^2H^5)^2Zn$ et de l'iodure d'allyle C^3H^5I ont été mêlés dans la proportion de 1 molécule du premier corps et de 2 molécules du second, et ce mélange a été introduit dans des tubes qu'on a scellés et où il ne doit occuper qu'un petit volume. En chauffant les tubes au bain-marie, on voit une réaction très-énergique se manifester : des gaz se dégagent, s'accumulent dans le tube et les parois de celui-ci se recouvrent d'une masse cristalline d'iodure de zinc. Après le refroidissement, on entoure les tubes de glace et on en ouvre la pointe à l'aide d'un trait de chalumeau. Une quantité notable de gaz se dégage avec sifflement et l'iodure de zinc reste imprégné d'un liquide. On sépare la plus grande partie de celui-ci par distillation au bain-marie. Le produit est chauffé pendant quelques jours, dans un tube scellé, avec du potassium, qui lui enlève de l'iode provenant de l'iodure d'allyle non décomposé. On le soumet ensuite à la distillation fractionnée et on en retire ainsi trois carbures d'hydrogène, de l'hydrure d'amyle, de l'amylène, de l'allyle. Ce dernier, qui bout à 59° et qui a été découvert par M. Berthelot, est le plus abondant. On le reconnaît aisément à la propriété qu'il possède de former avec le brome un composé solide. On peut le séparer assez facilement des deux premiers, dont le point d'ébullition est situé plus bas. En effet la partie la plus volatile du liquide obtenu commence à bouillir à 25° et si l'on recueille ce qui passe entre cette température et 32°, on obtient principalement de l'hydrure d'amyle. Entre 32 et 39°, on recueille principalement de l'amylène, mais cet hydrogène carboné est encore mélangé avec de l'hydrure d'amyle, comme le fait voir l'analyse suivante :

		C^5H^{10}	C^5H^{12}.
Carbone.......	83,8	85,7	83,4
Hydrogène.......	15,2	14,3	16,6

» La densité de vapeur de ce produit a été trouvée égale à 2,4 ; le calcul indique pour l'amylène le chiffre 2,44. On comprend qu'il est impossible

---

(1) *Bulletin de la Société Chimique.* Année 1861 ; p. 90.

de séparer par distillation fractionnée l'hydrure d'amyle qui bout à 30°, de l'amylène qui bout à 35°. On a traité par le brome la portion du mélange qui n'a pas été employée pour l'analyse. Le brome s'est combiné énergiquement avec l'amylène, et lorsqu'on a soumis le liquide légèrement coloré en rouge à la distillation, l'hydrure d'amyle non attaqué a passé à une basse température et le bromure d'amyle vers 175°.

» Il est facile de se rendre compte de la formation de ces divers hydrogènes carbonés.

» L'amylène se forme par l'addition des éléments de l'éthyle à ceux de l'allyle

$$\underbrace{C^2H^5}_{\text{Radical éthyle.}} + \underbrace{C^3H^5}_{\text{Radical allyle.}} = \underbrace{C^5H^{10}}_{\text{Amylène.}}.$$

» L'amylène formé dans cette circonstance serait donc une sorte de radical mixte, éthyle-allyle, analogue à ceux que j'ai fait connaître il y a quelques années. Il ne se forme qu'en petite quantité, et on le conçoit, puisque, par la décomposition du zinc-éthyle $(C^2H^5)^2Zn$, ce n'est point le radical simple éthyle C^2H^5, tel qu'il existe dans l'alcool ou dans le chlorure, qui est mis en liberté, mais bien l'éthyle double ou libre $\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}$, qui a besoin de se dédoubler pour se combiner à C^3H^5. Quant à l'hydrure d'amylène, il peut se former en vertu de la réaction suivante :

$$\underbrace{(C^2H^5)^2Zn}_{\text{Zinc-éthyle.}} + \underbrace{2C^3H^5I}_{\text{Iodure d'allyle.}} = \underbrace{ZnI^2}_{\text{Iodure de zinc.}} + \underbrace{C^5H^{12}}_{\text{Hydrure d'amyle.}} + \underbrace{C^3H^4}_{\text{Allylène.}} + \underbrace{C^2H^4}_{\text{Éthylène.}}.$$

» On a constaté en effet que le mélange gazeux qui se forme dans cette réaction renferme 21 pour 100 d'un gaz absorbable par le chlorure cuivreux ammoniacal, ce qui y indique l'existence d'un hydrogène carboné de la série C^nH^{2n-2} et que le résidu renferme plus de 50 pour 100 d'un gaz absorbable par l'acide sulfurique fumant, ce qui y indique l'existence de gaz de la série C^nH^{2n}.

» Mais ce ne sont point là les seuls hydrogènes carbonés auxquels la réaction très-complexe que j'ai étudiée donne naissance. Ce qui reste mélangé avec l'iodure de zinc après la distillation au bain-marie du produit de cette réaction, renferme des carbures d'hydrogène bouillant à une tem-

pérature élevée. On les a séparés en ajoutant de l'eau au résidu, chauffant le produit oléagineux avec du sodium en vase clos, et soumettant ensuite le tout à la distillation fractionnée. Le thermomètre s'est élevé au delà de 200°. Vers 160°, on a recueilli un carbure d'hydrogène qui renfermait C = 85,5; H = 13,6 et qui possédait par conséquent à peu de chose près la composition du paramylène ou diamylène (Balard), carbure d'hydrogène formé dans cette circonstance selon l'équation

$$(C^2H^5)^2 Zn + 2(C^3H^5I) = C^{10}H^{20} + ZnI^2.$$

» On conçoit d'ailleurs que ces réactions soulèvent des questions d'isomérie qu'il serait très-intéressant de pouvoir aborder expérimentalement. Ainsi on peut se demander si le composé $\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^3H^5 \end{matrix}$ éthyle-allyle serait identique ou isomérique avec le composé $\begin{matrix} C\ H^3 \\ C^4H^7 \end{matrix}$. Malheureusement des expériences sur ce sujet seraient difficiles, pour ne pas dire impossibles, puisqu'on ne connaît pas les homologues supérieurs de l'iodure d'allyle.

» J'ai essayé de remplacer les iodures par les bromures; mais, ayant chauffé du zinc-éthyle pendant plusieurs jours à 120° avec du bromure d'allyle, je n'ai observé aucune réaction.

» Le bromure C^5H^9Br (amylène bromé) attaque le zinc-éthyle avec une extrême difficulté. Après avoir chauffé les deux corps pendant quatre-vingt-seize heures de 120 à 130°, je n'ai obtenu qu'un dépôt très-peu considérable de bromure de zinc; en ouvrant le tube, j'ai observé un dégagement de gaz et, en soumettant le liquide à la distillation, je n'ai obtenu que quelques gouttes d'un produit bouillant de 60 à 100°. Après rectification sur du potassium, le point d'ébullition s'est notablement abaissé et tout a passé au-dessous de 45°. C'était donc probablement de l'amylène régénéré qui a pu se former selon l'équation

$$(C^2H^5)^2 Zn + 2(C^5H^9Br) = 2C^5H^{10} + 2C^2H^4 + ZnBr^2.$$

» J'essaye dans ce moment l'action du bromure C^5H^9Br sur le sodium-éthyle, qui est attaqué plus facilement dans ces circonstances que le zinc-éthyle. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Note sur une analyse de paille de froment;* *par* **M. É. GUEYMARD.**

« Le 15 octobre 1860, j'ai semé six espèces de froment sur un rectangle divisé en six compartiments égaux. Chaque compartiment a reçu 35 gram-

mes de semence. Le sol était homogène sur toute la surface et la fumure était égale sur tous les points.

» 1° Le blé Galand, ou mieux Géant de Lille, a donné 19 pour 1 ;

» 2° Le blé Jacquin 18,43 ;

» 3° Le blé Ile de Noé 16,86;

» 4° Le blé rouge d'Écosse 22,57 ;

» 5° Le blé Hichling ou blé Saumon 19,56 ;

» 6° Le blé Golden-drop 22,85.

» Les plus avantageux pour le rendement ont été le blé Golden-drop et le blé rouge d'Écosse.

» J'ai fait l'analyse des pailles de ces six variétés de blé. Je pensais qu'il pouvait y avoir quelque intérêt à connaître si l'assimilation devait être la même, attendu que ces blés avaient été semés le même jour et récoltés à trois jours d'intervalle.

» J'ai incinéré 100 grammes de chacune des pailles, et après avoir enlevé la partie charbonneuse des cendres, j'ai dosé la quantité des sels solubles et les résidus insolubles pour chaque variété de froment. Les chiffres que l'on remarque dans le tableau A présentent de grandes variations pour une même quantité de paille. Il aurait peut être mieux valu faire l'analyse de la paille correspondant à 100 de grain, mais je n'ai pas eu cette pensée au moment de la récolte.

» J'ai analysé ensuite les cendres des pailles et j'ai dressé le tableau B. La composition des cendres offre moins de différence dans les éléments. On remarquera toutefois que le blé n° 4 contient plus de sels solubles et moins de silice. Il serait plus sujet à verser. Il faut par conséquent le semer dans le sol qui fournirait le plus de silice, ou bien en lui donnant la silice artificiellement par les moyens que j'ai fait connaître dans un Mémoire spécial.

» Le problème que je m'étais proposé était de déterminer par l'analyse si des variétés de la même espèce de céréales assimilaient les mêmes principes en quantités égales ou inégales. Dans ce dernier cas, la solution du problème présentait un grand intérêt pour avoir le maximum de produits en faisant varier la nature des engrais ou en choisissant le sol le plus convenable. Ma Note n'est qu'un jalon que j'ai planté, et c'est un appel que je fais aux agriculteurs chimistes. On peut déjà entrevoir que la solution de cette question portera des fruits. Je me propose bien de continuer ces études cette année.

TABLEAU A.

	BLÉ N° 1.	BLÉ N° 2.	BLÉ N° 3.	BLÉ N° 4.	BLÉ N° 5.	BLÉ N° 6.
	Sels solubles dans l'eau sur 100 grammes de paille.					
	gr 0,88	gr 1,22	gr 0,78	gr 1,48	gr 0,861	gr 0,941
	Résidus insolubles dans l'eau.					
Silice..............	2,26	3,4400	2,60	2,840	2,537	2,651
Phosphate de chaux.	0,22	0,5800	0,44	0,480	0,389	0,363
Chaux............	0,24	0,1284	0,20	0,151	0,102	0,125
Totaux......	2,72	41,484	3,24	3,471	3,028	3,139
	Totaux des sels solubles et des résidus insolubles dans l'eau.					
	3,60	3,3684	4,02	4,951	3,889	4,080

TABLEAU B.

Analyse des cendres des six variétés de blé (sur 100 de cendres).

	BLÉ N° 1.	BLÉ N° 2.	BLÉ N° 3.	BLÉ N° 4.	BLÉ N° 5.	BLÉ N° 6.
Sels solubles.......	24,445	22,725	19,403	29,893	22,134	23,064
Silice.............	62,778	64,078	64,676	57,362	65,090	65,000
Phosphate de chaux.	6,111	10,804	10,945	9,695	10,000	8,897
Chaux............	6,666	2,392	5,000	3,050	2,622	3,064
Totaux...	100,000	99,999	100,024	100,000	99,846	100,025

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur les différents phénomènes physiologiques nommés voix des poissons, ou sur l'Ichthyopsophose; par* M. le Dr **Dufossé**. (Troisième partie.)

« Après avoir démontré, dans la seconde partie de ce Mémoire, que la vibration musculaire est le principe des sons les plus remarquables que font entendre les poissons, je donne, dans les propositions que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie, le précis de l'étude des sons qui résultent de la vibration des muscles intrinsèques de la vessie pneumatique.

» *Première proposition.* — Ces sons en général se distinguent de ceux du même ordre par leur pureté, leur longue tenue, et surtout par la variété de leur ton et la singulière mutabilité de leur timbre.

» *Deuxième proposition.* — Les nombreuses observations et expériences dont je résume ici les principaux résultats, ont été faites sur des individus des genres Trigle et Zeus (Cuv. et Val.), et des espèces Rouget camard (*Trigla lineata* Lin.), Perlon Cuv. (*T. hirundo* Lin.), Grondin rouge (Cuv. et Val. et *T. Cuculus* Bl.), Morrude (*T. lucerna* Brunnich), Cavillone (*T. aspera* Viviani), *Zeus faber* (Cuv.) et *Zeus pongis* (Cuv.).

» *Troisième proposition.* — Dans les poissons doués de la faculté d'émettre des sons de cet ordre, la vessie pneumatique remplit non-seulement les fonctions qui lui sont dévolues chez les animaux de cette classe, mais encore elle constitue dans son ensemble un appareil générateur de sons, appareil nettement distinct, dont j'ai étudié avec le plus grand soin l'anatomie.

» *Quatrième proposition.* — Les muscles intrinsèques de cet appareil vésico-pneumatique diffèrent des autres muscles du corps, souvent par leur couleur et toujours par la disposition de leurs faisceaux constitutifs. Les nerfs qui les animent leur sont propres, et chez la plupart des poissons dont je m'occupe ici, ces nerfs font partie de la dernière paire de nerfs cérébraux.

» *Cinquième proposition.* — Chez les Trigles dont les noms précèdent, une vivisection compliquée m'a permis de séparer complétement des organes adjacents l'appareil vésico-pneumatique, en conservant intacte la continuité des nerfs des muscles intrinsèques. Dans de pareilles conditions j'ai pu tenir l'appareil tout entier entre mes doigts, et en touchant à la fois presque toute la surface de la vessie, j'ai senti, avec une netteté qui ne laisse aucune place au doute, plusieurs séries de frémissements vibratoires, insensibles à la vue et néanmoins d'une intensité comparativement remarquable, pendant que le sujet mis en expérience bruissait faiblement. Ces faits, qui viennent

à l'appui de ceux dont j'ai donné la démonstration expérimentale dans la seconde partie de ce Memoire (1), et qui réciproquement reçoivent de ces derniers une vérification d'une haute valeur, prouvent péremptoirement que les muscles intrinsèques sont les agents producteurs des vibrations d'où proviennent les sons formés par les poissons des espèces ci-dessus désignées.

» *Sixième proposition.* — Sur un grand nombre d'individus vivants des espèces dont il s'agit ici, j'ai constaté, en leur ouvrant l'abdomen et mettant promptement à nu la surface de la vessie, que cette paroi membraneuse était animée de mouvements assez forts et assez fréquents, pendant que des sons affaiblis, mais encore perceptibles à l'aide d'un stéthoscope, étaient émis par l'appareil vésico-pneumatique. Ces mouvements, facilement visibles, d'une tout autre nature et démesurément plus grands que ceux qui constituent les vibrations concomitantes, prouvent que les muscles intrinsèques, en se contractant pendant qu'ils vibrent, peuvent changer la forme de la vessie, tendre ou relâcher alternativement telle ou telle partie des parois de cet organe, de ce flexible instrument de renforcement, et apporter, par ces changements, des modifications dans l'intensité, le timbre, et peut-être dans d'autres qualités de ces sons.

» *Septième proposition.* — L'intensité des sons produits dans l'atmosphère par les gros Trigles, les Perlons pesant 2 kilogrammes, par exemple est telle, que, d'après mes observations comparatives, on peut les percevoir jusqu'à la distance de $6^{m}25$.

» *Huitième proposition.* — J'ai cherché l'unisson de tous les sons soutenus que j'ai entendu former par cinq ou six cents Acanthoptérygiens des genres et espèces dont il est ici question, et j'ai reconnu que ces sons étaient compris inclusivement entre le si_2 et le $ré_5$.

» *Neuvième proposition.* — Les plus favorisés de ces poissons sous le rapport du nombre et des sons soutenus qu'ils pouvaient produire, en ont émis qui *différaient* entre eux de près d'une octave.

» *Dixième proposition.* — Quant à leur durée, ces sons peuvent être instantanés ou se prolonger pendant plusieurs minutes. J'en ai entendu quelques-uns qui ont été soutenus, avec une égale intensité, durant sept ou huit minutes.

» *Onzième proposition.* — Le timbre des sons que je décris est différent

---

(1) Voir le Mémoire, dont le *Compte rendu* de la séance de l'Académie du 6 décembre 1858 ne donne que les conclusions.

non-seulement suivant les genres, les espèces et les individus, mais encore il varie très-souvent suivant chaque son produit, et ce qu'il y a de plus singulier, il varie aussi fréquemment et subitement pendant la durée de la même émission sonore. Les changements subits, si rares dans la phonation et la psophose des autres animaux, sont si communs dans les sons reconnaissant pour cause la vibration des muscles des poissons, qu'ils impriment à ces effets de sonorité un cachet tout particulier et les rendent vraiment dignes de l'attention des physiologistes, des physiciens et des musiciens. Aussi ai-je fait de cette mutabilité de timbre le caractère distinctif et fondamental des sons rangés dans la division principale de la seconde section (1).

» *Douzième proposition.* — Les Trigles de l'espèce Morrude l'emportent sur leurs congénères par presque toutes les qualités des phénomènes acoustiques qu'ils peuvent produire : ils ont à leur disposition un bien plus grand nombre de sons complétement dissemblables ; ils soutiennent mieux les sons simples ; ils modulent mieux les sons composés ; ils rendent plus distinctement de plus longues successions de sons différents de ton et de timbre ; enfin il y a moins de dissonances dans l'ensemble des vibrations sonores qu'ils forment ; mais tous ces sons le cèdent en intensité à ceux qu'émettent ordinairement les Perlons et les Rougets camards.

» Pour compléter les deux premières parties de ce Mémoire, je dois ajouter :

» *Treizième proposition.* — Le bruit que font entendre les Plectognathes de l'espèce *Tetraodon mola* (Lin.) est dû à l'attrition des productions éburnées qui leur tiennent lieu de dents maxillaires.

» *Quatorzième proposition.* — Voici la liste des espèces de poissons qui, d'après les récentes découvertes que j'ai faites, doivent être mis au nombre des *poissons bruyants* ou des *pisces vocales* des anciens auteurs : *Trachurus* (1° Subdivision Val.) ; *Peristidion cataphractus* (Lac.) ; *Hippocampus brevirostris* (Cuv.) ; *Cyprinus dobula* (Lin.) ; *Umbrina cyrrhosa* (Cuv. Val.) ; *Sparus macrophthalmus* (Bl.). »

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen des Commissaires précédemment nommés : MM. Valenciennes, Coste en remplacement de feu Duméril, et Claude Bernard.

---

(1) Voir la classification ou nomenclature de l'Ichthyopsophie que j'ai présentée dans mes précédentes communications.

GÉOMÉTRIE. — *Considérations générales sur les courbes en espace. — Courbes du quatrième ordre; par* **M. A. Cayley.**

« Toute surface du second ordre est une surface monoïde, et on peut prendre pour sommet un point quelconque de la surface. En effet, en considérant un point quelconque de la surface du second ordre, soient

$$x=0,\quad y=0,\quad z=0,$$

les équations de trois plans quelconques qui passent par ce point; l'équation de la surface sera satisfaite en y écrivant

$$x=0,\quad y=0,\quad z=0;$$

donc cette équation ne contiendra pas de terme en ω^2, et elle sera ainsi de la forme

$$\omega Q - P = 0 \quad \text{ou} \quad \omega = \frac{P}{Q},$$

P et Q étant des fonctions homogènes en x, y, z, du second ordre et du premier ordre respectivement; c'est-à-dire, la surface sera monoïde, ou, si l'on veut, monoïde quadrique.

» Or, par une courbe du quatrième ordre (ou courbe quartique) quelconque en espace, on peut faire passer une surface du second ordre ou monoïde quadrique. Selon la théorie générale, la surface monoïde est tout au plus du troisième ordre ou monoïde cubique; j'avais tort de supposer que pour la courbe excubo-quartique la surface monoïde fût nécessairement une monoïde cubique. Il arrive comme suit, savoir : pour la courbe quadriquadrique, en prenant pour sommet un point quelconque de l'espace (on suppose toujours que le sommet de la monoïde n'est pas situé sur la courbe), on aura une monoïde quadrique; mais pour la courbe excubo-quartique, pour que la monoïde soit quadrique, il faut que le sommet soit situé sur la surface du second ordre (il n'y a qu'une seule surface) qui passe par la courbe; cela étant, la monoïde quadrique sera cette surface même du second ordre. Mais en prenant pour sommet un point quelconque qui n'est point situé sur la surface du second ordre, la monoïde sera nécessairement une surface cubique.

» Ainsi, pour les courbes quartiques, il suffit de considérer ces courbes comme situées sur une monoïde quadrique; il est cependant assez intéressant de les considérer comme situées sur une monoïde cubique. Je suppose donc $U = 0$, $\omega = \frac{P}{Q}$, où $U = 0$ est un cône quartique et $\omega = \frac{P}{Q}$ une monoïde cubique avec le même point $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$ pour sommet.

» Selon la théorie générale, les huit droites $Q = 0$, $U = 0$ doivent être comprises parmi les six droites $Q = 0$, $P = 0$. Or, pour cela, il faut que le cône $U = 0$ ait des droites multiples; il y a trois cas à considérer : 1° Le cône passe par les six droites, et une de ces droites est une droite triple du cône; il y aura, comme cela doit être,

$$3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 8$$

droites d'intersection de $Q = 0$, $U = 0$. 2° Le cône passe par les six droites; deux de ces droites étant des droites doubles, il y a

$$2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 = 8$$

droites d'intersection. 3° Le cône passe par cinq des six droites; trois de ces cinq droites étant des droites doubles, il y a

$$2 + 2 + 2 + 1 + 1 = 8$$

droites d'intersection. Or, dans le premier et le second cas, le cône $U = 0$ passe par les six droites d'intersection des cônes $P = 0$, $Q = 0$; il faut donc que l'on ait identiquement

$$U = PQ' - PQ',$$

P', Q' étant des fonctions homogènes en x, y, z du second ordre et du premier ordre respectivement. Mais en vertu de l'équation

$$U = PQ' - P'Q = 0,$$

on a $\frac{P}{Q} = \frac{P'}{Q'}$, c'est-à-dire la courbe est située sur la monoïde quadrique $\omega = \frac{P'}{Q'}$. La courbe sera quadriquadrique ou excubo-quartique, selon les circonstances.

» Reste à considérer le troisième cas. La monoïde cubique est une surface cubique ayant le sommet pour point conique; la théorie des droites sur une telle surface a été examinée par M. Salmon dans son Mémoire :

« On the triple tangent planes of a surface of the third order. » *Camb. and Dub. Math. Journ.*, p. 252-260 (1849). Il y a, en effet, les six droites par le point conique, savoir : les droites $P = 0$, $Q = 0$, qui comptent pour douze droites, et de plus quinze droites, $6 \times 2 + 15 = 27$. Chacune des quinze droites est donnée comme troisième intersection de la surface avec un plan qui passe par deux des six droites. Donc, en nommant 1, 2, 3, 4, 5, 6 les six droites, on peut nommer 12 la droite dans le plan mené par les droites 1, 2; et de même pour les droites 13, 23, etc. La droite 1 est rencontrée par les droites 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 14, 15, 16; la droite 12 par les droites 1, 2; 34, 56; 35, 64; 36, 45; et ainsi pour les autres droites.

» Cela étant, je suppose que le cône $U = 0$ passe par les droites 2, 3, 4, 5, 6, et que les droites 4, 5, 6 soient droites doubles du cône. Je dis que la courbe sera située sur une surface du second ordre qui passe par les droites 12, 13 (droites qui ne se coupent pas), savoir : ces deux droites et la courbe seront l'intersection complète de la monoïde cubique et de la surface du second ordre; cela fait voir que la courbe est une courbe excubo-cubique. Et, comme il est auparavant dit, en prenant pour sommet un point quelconque de la surface du second ordre, la courbe sera située sur une monoïde quadrique $\omega = \frac{P'}{Q'}$.

» Donc, en partant de la monoïde cubique, on trouve toujours que la courbe du quatrième ordre est située sur une monoïde quadrique.

» J'établis comme suit l'existence de la surface du second ordre qui passe par les droites 12, 13. Je remarque en général que l'équation $\omega = \frac{P}{Q}$ peut s'écrire sous la forme $\omega + L = \frac{P + LQ}{Q}$, où L est une fonction homogène linéaire quelconque de x, y, z; ou en changeant ω, cette équation sera

$$\omega = \frac{P + LQ}{Q},$$

c'est-à-dire on peut remplacer le cône $P = 0$ par un cône quelconque qui passe par les droites d'intersection des cônes $P = 0$, $Q = 0$. Donc, pour la monoïde cubique, on peut prendre pour $P + LQ = 0$ un système de trois plans, et en prenant pour équations de ces plans $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$,

on peut prendre pour équations de la monoïde cubique

$$\omega = \frac{xyz}{Q}.$$

Comme les coordonnées x, y, z renferment chacune un multiplicateur indéterminé, on peut écrire

$$Q = x^2 + y^2 + z^2 + 2lyz + 2mzx + 2nxy,$$

ou, en posant $\alpha' = \frac{1}{\alpha}$, $\beta' = \frac{1}{\beta}$, $\gamma' = \frac{1}{\gamma}$, α, β, γ étant des quantités quelconques, on peut écrire

$$Q = x^2 + y^2 + z^2 + (\alpha + \alpha')yz + (\beta + \beta')zx + (\gamma + \gamma')xy,$$

ce qui est la forme la plus commode pour mettre en évidence les droites d'intersection $xyz = 0$, $Q = 0$. On peut supposer que les équations de ces droites soient

(1) $x = 0, \quad y + \alpha z = 0,$ (2) $x = 0, \quad \alpha y + z = 0,$
(3) $y = 0, \quad z + \beta x = 0,$ (4) $y = 0, \quad \beta z + x = 0,$
(5) $z = 0, \quad x + \gamma y = 0,$ (6) $z = 0, \quad \gamma x + y = 0.$

Donc, pour les plans 56, 34, 24, on aura les équations

(56) $z = 0$, (34) $y = 0$, (24) $x + \alpha\beta y + \beta z = 0$;

et de là l'équation

$$AQ^2 + Qz[By + C(x + \alpha\beta y + \beta z)] + Dz^2y(x + \alpha\beta y + \beta z) = 0$$

sera celle d'un cône du quatrième ordre qui passe par les droites 2, 3, 4, 5, 6 et a les droites 4, 5, 6 pour droites doubles; et comme cette équation contient les trois quantités arbitraires A:B:C:D, ce sera l'équation la plus générale qui satisfait aux conditions dont il s'agit : c'est-à-dire cette équation sera celle du cône $U = 0$.

» Les équations de la droite 12 sont $x = 0$, $\omega = 0$; pour obtenir celle de la droite 13, j'observe que l'équation du point 13 est

$$\alpha\beta x + y + \alpha z = 0,$$

et je forme l'équation identique

$$Q = (\alpha\beta x + y + \alpha z)[(\gamma + \gamma' - \alpha\beta)x + y + \alpha' z] + \beta'(1 - \alpha\beta\gamma)(1 - \alpha\beta\gamma')x(z + \beta x),$$

laquelle se vérifie sans peine. Donc, en écrivant

$$\alpha\beta x + y + \alpha z = 0 \quad \text{ou} \quad y = -\alpha(z + \beta x),$$

l'équation $\omega = \frac{xyz}{Q}$ devient

$$\omega = \frac{-\alpha x(z+\beta x)z}{\beta'(1-\alpha\beta\gamma)(1-\alpha\beta\gamma')x(z+\beta x)} = \frac{-\alpha\beta z}{(1-\alpha\beta\gamma)(1-\alpha\beta\gamma')},$$

ou, ce qui est la même chose,

$$\omega(1-\alpha\beta\gamma)(1-\alpha\beta\gamma') + \alpha\beta z = 0,$$

laquelle et l'équation

$$\alpha\beta x + y + \alpha z = 0$$

sont les deux équations de la droite 13.

» Cela étant,

$$(Ax+B\omega)(\alpha\beta x+y+\alpha z)+(Cx+D\omega)[\alpha\beta z+(1-\alpha\beta\gamma)(1-\alpha\beta\gamma')\omega] = 0$$

sera l'équation d'une surface du second ordre qui passe par les deux droites 12, 13; et, en éliminant ω au moyen de l'équation

$$\omega = \frac{xyz}{Q},$$

on obtient l'équation du cône du quatrième ordre. En effet, en substituant cette valeur de ω, on obtient une équation du sixième ordre, laquelle, divisée par $(\alpha\beta x + y + \alpha z)$, devient

$$AQ^2 + ByzQ + (CQ + Dyz)z\frac{\alpha\beta Q + (1-\alpha\beta\gamma)(1-\alpha\beta\gamma')xy}{\alpha\beta x + y + \alpha z} = 0;$$

or

$$\frac{Q}{\alpha\beta x + y + \alpha z} = (\gamma + \gamma' - \alpha\beta)x + y + \alpha' z + \frac{\beta'(1-\alpha\beta\gamma)(1-\alpha\beta\gamma')x(z+\beta x)}{\alpha\beta x + y + \alpha z}.$$

Donc la partie fractionnelle est

$$\frac{\alpha(1-\alpha\beta\gamma)(1-\alpha\beta\gamma')x(z+\beta x) + (1-\alpha\beta\gamma)(1-\alpha\beta\gamma')xy}{\alpha\beta x + y + \alpha z},$$

c'est-à-dire

$$(1-\alpha\beta\gamma)(1-\alpha\beta\gamma')x\frac{\alpha(z+\beta x)+y}{\alpha\beta x + y + \alpha z} = (1-\alpha\beta\gamma)(1-\alpha\beta\gamma')x,$$

et l'équation devient

$$AQ^2 + ByzQ + (CQ + Dyz)z\left[\begin{array}{l}\alpha\beta(\gamma+\gamma'-\alpha\beta)x + \alpha\beta y + \beta z\\ +(1-\alpha\beta\gamma)(1-\alpha\beta\gamma')x\end{array}\right].$$

ou enfin

$$AQ^2 + ByzQ + (CQ + Dyz)z(x + \alpha\beta y + \beta z) = 0,$$

ce qui est en effet l'équation ci-dessus trouvée pour le cône $U = 0$. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 17 février 1862 les ouvrages dont voici les titres :

Neuvième Centurie de Plantes cellulaires nouvelles tant indigènes qu'exotiques; par Cam. MONTAGNE, D. M.; décades I et II. Paris, 1861; br. in-8°.

Florula Gorgonea seu Enumeratio plantarum cellularium quas in promontario Viridi insulisque adjacentibus a diversis botanicis et imprimis Cl. Bolle, berolinensi, hucusque collectas, recognovit descripsitque C. MONTAGNE. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*, 4e série, t. XIV, cahier n° 4.) Paris, 1861; in-8°.

Traité général des applications de l'électricité; par M. GLOESENER. T. Ier. Paris et Liége, 1861; in-8°. (Présenté, au nom de l'auteur, par M. Despretz.)

Les doses infinitésimales devant la découverte de Bunsen; par le Dr Ch. OZANAM. Paris, 1862; in-8°.

Recherches sur le système du monde; par M. Em. ROGER. Paris, 1862, in-4°.

De l'ancienneté de l'espèce humaine; par M. J. DELANOÜE. (Lettre à M. le Ministre de l'Instruction publique.) Valenciennes, 1862; in-8°.

Expériences sur les malades des hôpitaux, instituées par l'Académie de Médecine; Mémoire adressé à MM. les Administrateurs des hôpitaux; par le Dr GALLAVARDIN. Lyon et Paris, 1862; in-8°.

Catalogue des Brevets d'invention; année 1861; n° 9. Paris, 1862; in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel. T. V, 3e cahier. Neuchâtel, 1861; in-8°.

Annales de la Société de Médecine de Saint-Étienne et de la Loire, ou Mémoire sur la valeur des principales denrées et marchandises qui se vendaient ou se consommaient en la ville d'Orléans, au cours des XIVe, XVe, XVIe, XVIIe *et* XVIIIe *siècles; par* M. P. MANTELLIER. Orléans, 1862; in-8°. (Présenté par M. Becquerel et envoyé, sur sa demande, au concours pour le prix de Statistique.)

Note sur la présence du genre Phorus dans le dévonien supérieur du Boulonnais; par M. E.-E. DESLONGCHAMPS. (Extrait du VIe volume du *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie.*) Caen, 1862; in-8°.

Sur le Gorille; par le professeur OWEN. (Extrait des *Annals and Magazine of natural History,* 3e série, n° XIII (novembre 1859), p. 377); traduit par M. E.-E. DESLONGCHAMPS. (Extrait du VIe volume du *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie.*) Caen, 1861; in-8°.

The taconic... *Roches des systèmes taconique et silurien inférieur du Vermont et du Canada; par* J. MARCOU. Boston, 1862; br. in-8°.

The distinguishing... *Trait distinctif des comètes considérées comme phases d'une décharge électrique résultant de l'excentricité de l'orbite; par* B.-V. MARSH. In-8°.

Nachrichten... *Nouvelles scientifiques de l'Université de Gœttingue;* n° 4.

Register... *Table des Nouvelles scientifiques de l'Université de Gœttingue pour l'année* 1861.

Natuurkundig... *Journal d'histoire naturelle des Indes néerlandaises publié par la Société royale d'Histoire naturelle, sous la direction de* M. BLEEKER *pour les vol.* XX *et* XXI, *et de* M. SMIT *pour les vol.* XXII *et* XXIII. Batavia, 1859-1861; vol. in-8°.

Flora batava... *Description des plantes néerlandaises; par* J. KOPS *et* GEVERS, DEIJNOOT; livr. 185; in-4°.

Carl-Fried. Gauss... *Œuvres de C.-F. Gauss, publiées par la Société royale des Sciences de Gœttingue.* (Prospectus, 1 feuille in-8°.) Les souscriptions seront reçues au secrétariat de la Société des Sciences de Gœttingue.

L'Italia... *L'Italie méridionale ou l'ancien royaume des Deux-Siciles : sa description géographique, historique et administrative; par* Gius. DE LUCA. Naples, 1860; in-8°. (Présenté au nom de l'auteur par M. Montagne.)

ERRATA.

(Séance du 10 février 1862.)

Page 286, ligne 2, *au lieu de* galvanoplastique, *lisez* galvanocaustique.

Page 286, ligne 3, *au lieu de* Dom. de Lucce, *lisez* Dom. de Luca.